



Energjin och Framtiden i Norrbotten

Ett län Tolv alternativ

Många möjligheter

Energjin och Framtiden i Norrbotten

Ett län Tolv alternativ
Många möjligheter



Redaktör och samordnare Tord Petterson, Norrbottens Energikontor

Länsstyrelsen i Norrbottens län, 971 86 Luleå
Besöksadress Stationsgatan 5
Tel 0920 - 960 00 Fax 0920 - 22 84 11
www.bd.lst.se

Grafisk form Lena Ahlbäck

Foto Mats Fjellström (*Jan Norling sid 176*)

Illustration AP Illustration

Tryck Tryckpoolen, Luleå

Upplaga 1 000 ex

Luleå 2001

ISSN 0283-9636

Förord

Det finns en växande efterfrågan på energi i världen. I många av världens länder växer kraven och förhoppningarna på att nå en materiell levnadsstandard som ligger nära den i Väst, där många fortfarande vill ha ännu mera. Under tiden växer jordens befolkning och någon gång under detta århundrade kommer det sannolikt att leva 10 miljarder människor på vår planet.

Samtidigt som efterfrågan på energi ökar väcks allt starkare krav på att användningen av fossila bränslen ska minska för att undvika risken för allvarliga globala klimatförändringar.

Hotet om en förstärkt växthuseffekt betraktas av många som ett av de potentiellt sett allvarligaste globala miljöproblemen. Detta har lett till omfattande internationella förhandlingar, vilka bland annat resulterat i att flera av världens länder skrivit under FN:s klimatkonvention (antagen i Rio 1992 och förstärkt via tilläggsprotokoll i Kyoto 1997) vars långsiktiga mål är att halterna av koldioxid och andra växthusgaser i atmosfären ska stabiliseras på en nivå som inte medför en "farlig" mänsklig påverkan på klimatsystemet.

I Rio de Janeiro 1992 kom 160 länder överens om att stabilisera utsläppen av växthusgaser från 1990 års nivå till år 2000. Sedan dess har dock de flesta länder ökat sina utsläpp.

Förhandlingarna i Kyoto i Japan resulterade i det så kallade Kyotoprotokollet vilket undertecknades av 84 länder, däribland Sverige. Protokollet träder i kraft när det ratificerats (stadfästs) av minst 55 länder vars utsläppsandel motsvarar minst 55 procent av i-ländernas utsläpp år 1990. Dessa länder ska enligt protokollet minska sina utsläpp av växthusgaser med 5,2 procent från 1990 till perioden 2008-2012. (De gaser som inkluderas i protokollets beräkningar är koldioxid, metan, dikväveoxid, fluorkolväten, perfluorkolväten och svavelhexafluorid.)

EU åtog sig att, under samma period, minska sina totala utsläpp med åtta procent, men fick tillåtelse att bilda en så kallad bubbla. Det innebär att EU kan göra en egen fördelning av bördan inom unionen. Därmed fick Sverige i den första förhandlingsrundan tillåtelse att öka sina utsläpp med fyra procent från 1990 till perioden 2008-2012. I klimatkommitténs slutbetänkande (2000) är dock målet att Sverige ska minska sina utsläpp av växthusgaser med två procent till 2008-2012, jämfört med 1990 års nivå.

En mindre andel av i-länderna har redan ratificerat Kyotoprotokollet. Vid ett möte i Bonn i juli 2001 antogs dock ett kompromissförslag som anses ha inneburit en försvagning av Kyotoprotokollet. Bland annat har det blivit möjligt för länderna att tillgodoräkna sig en högre andel av skogens förmåga att binda koldioxid i så kallade "kolsänkor" än vad exempelvis EU tänkt sig. Kompromissen i Bonn innebär en lägre minskning av ländernas utsläpp av växthusgaser än EU och många andra länder hoppats på.

Det finns en målsättning om att Kyotoprotokollet ska kunna träda i kraft år 2002, vilket är möjligt även utan USA:s medverkan. Förutom att EU-länderna ratificerar protokollet krävs i så fall att även länder som Ryssland och Japan medverkar. I ett sådant läge kan EU få en mycket viktig roll i det internationella klimatarbetet.

Förord

Enligt EU-kommissionens vitbok från 1997 bör EU, som i dag har sin energianvändning baserad på 41 procent olja, 22 procent fossilgas, 16 procent kol, 15 procent kärnkraft och sex procent förnybara energikällor, ha som mål att fördubbla andelen energi från förnybara energikällor från sex till tolv procent senast år 2010. I den grönbok som presenterades 2001 upprepas denna målsättning. I grönboken speglas en framtidsbild för år 2030 där inget gjorts för att förändra energianvändningen inom EU, vilket innebär ökat beroende av fossila bränslen och därmed också ökat importberoende för att klara den egna energiförsörjningen.

Energimarknaderna förändras nu i snabb takt, såväl internationellt som nationellt. Den svenska energi- och miljöpolitiken har på senare år inriktats på att i allt större utsträckning skapa långsiktiga förutsättningar för effektiva energimarknader. Reformeringen av den svenska elmarknaden, den ökade internationaliseringen samt, inte minst, den växande insikten om energisystemets effekter på klimat och miljö är tre viktiga faktorer som påverkar såväl politikens inriktning som förutsättningarna för energimarknadens utveckling.

Enligt riksdagens beslut år 1997 är målet för den svenska energipolitiken att på kort och lång sikt trygga tillgången på el och annan energi med för omvärlden konkurrenskraftiga villkor. Energipolitiken ska skapa villkor för en effektiv energianvändning med låg negativ påverkan på hälsa, miljö och klimat samt underlätta omställningen till ett ekologiskt uthålligt samhälle. Energiförsörjningen ska i huvudsak baseras på förnybara energikällor.

Sveriges riksdag har antagit 15 övergripande miljö kvalitetsmål, vilka ska ha uppnåtts inom en generation. Alla har en direkt eller indirekt koppling till energisektorn. Här följer några exempel på konfliktrisker.

Mål	Konfliktrisk
1 Frisk luft	Småskalig vedeldning med fel teknik
2 Grundvatten av god kvalitet	Tungmetaller i förbränningsaskor
3 Levande sjöar och vattendrag	Utbyggnad av vattenkraft
4 Myllrande våtmarker	Torvbrytning
5 Hav i balans samt levande kust och skärgård	Vindkraft
6 Ingen övergödning	Förbränning för el- och värmegenerering
7 Bara naturlig försurning	Förbränning av fossila bränslen
8 Levande skogar	Uttag av träbränslen
9 Ett rikt odlingslandskap	Odling av energigrödor
10 Storslagen fjällmiljö	Vindkraft
11 God bebyggd miljö	Utformning och lokalisering av energianläggningar
12 Giftfri miljö	Utsläpp och askor från förbränningsanläggningar

- | | | |
|----|---------------------------------|---------------------------------|
| 13 | Säker strålmiljö | Kärnkraft |
| 14 | Skyddande ozonskikt | Användning av köldmedel |
| 15 | Begränsad klimatpåverkan | Förbränning av fossila bränslen |

I SAME-projektets slutrapport 1998, vilken skrevs i samverkan mellan energi-myndigheten, fjärrvärmeföreningen, kraftverksföreningen och naturvårdsverket, sägs följande:

”Energisektorn påverkas av miljömålen på en rad olika sätt. Byggnation av kraft- och värmeverk med anslutande vägar innebär att mark tas i anspråk. Grus, kalksten, metaller och andra ändliga resurser förbrukas för att bygga lokaler, anläggningar och teknisk utrustning. El- och värmeproduktion samt transporter, brytning och förädling av bränslen ger upphov till utsläpp av föroreningar till luft, mark och vatten. Vidare produceras avfall vid såväl byggandet, driften och rivningen av anläggningarna.

Energisektorn påverkas också indirekt av miljömålen via andra sektorer. Målen för skogslandskapet, odlingslandskapet och våtmarkerna bestämmer i stor utsträckning potentialen för biobränsleproduktionen i landet. Vidare har transportsektorn sannolikt ett betydande framtida behov av biodrivmedel för att nå sina miljömål, vilket innebär att det kan bli konkurrens om energiråvaran. Dessutom kommer miljödrivna förändringar inom exempelvis industri och bostadssektorn att påverka både det totala energibehovet och fördelningen mellan el och värme i framtiden.”

I rapporten konstateras att flera länder satsar på att utveckla förnybara energikällor och effektivisera energianvändningen, samt att transportsektorn är den sektor som de flesta länder prioriterar ekonomiskt genom investeringar i ny infrastruktur, introduktion av alternativa drivmedel och satsningar på kollektivtrafik. En av de viktigaste erfarenheterna av SAME-projektet är insikten om hur viktigt det är att effektivisera och begränsa energianvändningen i samhället.

Av Norrbottens energikontors (NENET:s) sammanställning "Energiläget i Norrbotten", vilken bygger på uppgifter för 1998, framgår bland annat att den genomsnittliga energiförbrukningen per person i Norrbottens län var dubbelt så hög som för svensken i snitt. Där sägs dessutom att den genomsnittliga elförbrukningen i Norrbotten per person 1998 låg på en nivå som var nästan 13 000 kWh högre än riksgenomsnittet, vilket delvis kan förklaras av de energikrävande industrierna och det kalla klimatet i Norrbotten.

Även den genomsnittliga fjärrvärmeförbrukningen per person, liksom den genomsnittliga användningen av fossila bränslen per person, var högre i Norrbotten än i riket som helhet.

Ur klimat- och resurshushållningssynpunkt är det alltså angeläget att aktörerna i Norrbotten anstränger sig för att ersätta de fossila bränslena med förnybar energi som är skonsam för miljön.

I och med regeringens proposition 1996/97:84 "En uthållig energiförsörjning", vilken låg till grund för det tidigare omnämnda riksdagsbeslutet 1997, inleddes arbetet med att avveckla de två kärnkraftsreaktorerna i Barsebäck.

I propositionen understryks vikten och behovet av ytterligare ansträngningar, bland annat för att klara elbortfallet från de avstängda kärnkraftverken. Regeringen säger sig långsiktigt vilja stödja utveckling av och forskning kring ny energiteknik, bland annat för biobränslen, etanol, vind och sol.

Den kartläggning av energiläget inom regionen som Länsstyrelsen i

Förord

Norrbottnens län tagit initiativ till och gett Norrbottens energikontor (NENET) i uppdrag att ta fram visar att det finns stora energitillgångar lämpade för förädling i enlighet med regeringens proposition och den regionala miljöstrategin Miljö 2000.

Ett flertal institutioner och aktörer har varit engagerade i arbetet med att ta fram och redovisa de intressanta energislagen utifrån dagens kunskap, beskriva möjliga effektiviseringsinsatser samt redogöra för den aktuella situationen på utbildnings-, forsknings- och nätsidan. En visionsgrupp har sedan fått fria händer att utifrån detta material måla upp sin framtidsbild av energiförsörjningen i Norrbotten år 2020.

Våren 2000 sammanställdes alla uppgifter i ett diskussionsmaterial som skickades ut på bred remiss till Norrbottens energiaktörer. Mottagandet var positivt. De förslag på ändringar och kompletteringar som kommit in till länsstyrelsen har beaktats vid utformningen av det slutgiltiga materialet, vilket ska tjäna som underlag i arbetet med att forma energimål för Norrbottens län.

Länsstyrelsen vill rikta ett varmt tack till alla namngivna i delstudierna och visionsarbetet, vilka samtliga bidragit med värdefulla kunskaper. Därutöver vill vi också tacka följande personer som lämnat uppskattade och insiktsfulla synpunkter under arbetets gång: Marcus Öhman, ETC, Björn Kjellström, Brage Norin, Bo Nordell, Roger Hermansson och Nils Tiberg LTU, Nils-Olof Lindfors, Mefos, Lars Andrén, ordförande i Svenska solenergiföreningen, Håcan Åström, ABB Contracting, Mikael Segerström, Suorvavind, Lars Södersten SCA Norrbränslen, samt Ingemar Eriksson med flera på Skogsvårdstyrelsen Norrbotten. Ett alldeles särskilt tack framförs till Norrbottens energikontor och Tord Pettersson som på ett engagerat sätt sammanställt, bearbetat och redigerat detta material.

Luleå augusti 2001

Gunnar Nilsson
Länsstyrelsen i Norrbottens län

Innehåll

Redaktörn har ordet	9
Sammanfattning	10
Avfall	16
Kenneth Larsson, Kiruna Värmeverks AB/Kiruna Renhållnings AB	
Biogas	32
Fred Nordström, Norrbottens energikontor	
Energieffektivisering	44
Tord Pettersson, Norrbottens energikontor	
Flytande bränslen	62
Björn Kjellström, Luleå tekniska universitet	
Geovärme/geokyla	72
Fred Nordström, Norrbottens energikontor	
Rörflen	86
Sylvia Larsson, SLU Röbbäcksdalen, Umeå	
Solenergi	98
Tord Pettersson, Norrbottens energikontor	
Spillvärme	116
Tore Nilsson och Magnus Wemmenhag (examensarbete, ingenjörsprogrammet, Luleå tekniska universitet)	
Torv	126
Karl-Erik Ek, Keek biobränslen, Bengt Landström, länsstyrelsen, Gunnar Nilsson, länsstyrelsen, Tord Pettersson, Norrbottens energikontor	
Trädbränslen	138
Andreas Gällerspång, Norrbottens energikontor	
Vattenkraft	164
Tord Eriksson, Vattenfall AB, Vattenkraft, Gunnar Nilsson, länsstyrelsen, Tord Pettersson, Norrbottens energikontor	
Vindkraft	176
Fred Nordström, Norrbottens energikontor	
Kraftnätet	194
Sture Larsson, Svenska kraftnät	
Utbildning	200
Björn Kjellström, Luleå tekniska universitet	
Vision	209

Redaktörn har ordet

Året var 1995. Länsstyrelsens strategi för det regionala miljöarbetet, Miljö 2000, var upptryckt och klar. Under ett intensivt år hade jag fungerat som redaktör och samordnare för rapporten, som tydligt visade på vikten av att bedriva ett aktivt och framåtsyftande miljöarbete i Norrbotten.

Det var meningen att Miljö 2000 skulle utgöra inledningen på ett offensivt arbete med att skapa en långsiktigt hållbar och god livsmiljö för människor, djur och växter i Norrbotten. Någon offensiv satsning blev det dock inte. De offentliga sparkraven kom i vägen, vilket innebär att det i dag bara är ett fåtal av länets kommuner som bedriver ett aktivt Agenda 21-arbete samt att de kvarvarande lokala och regionala miljöhandläggarna ofta varken har ork eller tid över för det långsiktiga miljöarbetet. Även den ideella naturvärden har fått känna av en del försvagningar på grund av sjunkande medlemsantal och liknande.

Får vi tro på den hittills offentliggjorda rapporteringen (till och med maj 2001) verkar dock Norrbottens miljö ha förskonats från svårare skador under dessa år. Samtidigt växer det internationella och nationella trycket för att förändra vårt sätt att leva i en ny och ekologiskt hållbar riktning. En genomgripande övergång från fossila bränslen (främst kol och olja) till förnybara energikällor (exempelvis biobränslen), samt från energislöseri till energieffektivitet, ses som helt avgörande för att vi som bor i den rika världen ska kunna starta en internationell omsvängning bort från ytterligare klimatpåverkan och miljöförstöring.

Mot den bakgrunden har det känts inspirerande att få fungera som redaktör och samordnare vid framtagandet av detta material om Norrbottens förutsättningar att utveckla en hållbar energiförsörjning byggd på förnybara energikällor och energieffektivisering. Uppdraget tog på sätt och vis vid där Miljö 2000 slutade. Det handlar helt enkelt om att ge begreppet ekologisk hållbarhet en tydlig och konkret innebörd inom ett för vår framtida försörjning och överlevnad livsviktigt område - energiområdet.

Den slutgiltiga utformningen av materialet har gjorts i nära samarbete mellan mig och mina två arbetskamrater på Norrbottens energikontor, Fred Nordström och Andreas Gällerspång. Vi har haft en gemensam ambition att forma en skrift som mer fungerar som en väckarklocka än en faktabok. Därför har vi ibland gått ett eller två steg längre än vad materialet tillåter strikt vetenskapligt. Det märks inte minst vid framräkandet av vissa energi- och sysselsättningspotentialer, samt i det avslutande visionsmaterialet. Vi har dock hela tiden försökt använda oss av försiktiga uppskattningar av de framtida potentialerna.

Vänliga hälsningar

Tord Pettersson



Sammanfattning

När man mäter större energimängder är det opraktiskt att arbeta med joule, wattimmar och ton oljeekvivalenter. Då används istället större enheter som exempelvis tusen eller miljoner wattimmar, vilka förkortas enligt följande.

k	(kilo)	1 000
M	(Mega)	1 000 000
G	(Giga)	1 000 000 000
T	(Tera)	1 000 000 000 000

- 1 kWh motsvarar ungefär den energi som används för att värma en platta på spisen.
- 1 MWh motsvarar ungefär den energi som behövs för att driva en bil 100 mil.
- 1 GWh motsvarar ungefär energianvändningen i en medelstor stad under ett dygn.
- 1 TWh motsvarar ungefär den energimängd ett stort kärnkraftsaggregat levererar under två månaders full drift.

Den totala energianvändningen i Sverige 1998 var 395 TWh.
I Norrbotten var motsvarande siffra 22,5 TWh.

Det sägs att Norrbotten är ett rikt län, ofta med hänvisning till Norrbottens naturtillgångar; fjällen, skogen, älvarna, sjöarna, mineralerna, våtmarkerna och skärgården. Men även med tanke på människorna, kulturen och historiken.

Här görs ett försök att visa hur rikt länet är ur energisynpunkt. Materialet, som tagits fram på initiativ av Länsstyrelsen i Norrbottens län, ska bland annat tjäna som underlag i det strategiska arbetet med att forma en hållbar energiförsörjning i Norrbotten. Förhoppningsvis bidrar det även till att öka kunskapen om hur en del av Norrbottens rikedomar kan användas för att skapa nya jobb och utvecklingsmöjligheter, samt en förbättrad miljösituation, i hela Norrbotten.

Sammanfattning

Energipotentialer* i Norrbotten

Energislag	Potential*
Avfall	260 GWh bränsle**/år
Biogas	180 GWh bränsle**/år
Energieffektivisering	2 300-4 400*** GWh värme, el och transporter fram till år 2025
Flytande bränslen	2 000-4 000 GWh bränsle**/år
Geovärme/geokyla	Omöjlig att beräkna, tillgången kan beskrivas som enorm.
Rörflen	900 GWh bränsle**/år
Solenergi	350*** GWh (främst värme)/år på lång sikt. Potentialen gäller endast för hushåll
Spillvärme	4 400 GWh värme/år
Torv	60-80*** GWh bränsle**/år på de bättre objekten (total tillväxt i länet 2 600-3 600 GWh bränsle**/år)
Trädbränslen	3 600-4 200 GWh bränsle**/år i dag (efter avdrag för ekonomisk, teknisk och miljömässig hänsyn) (4 400-6 000 GWh bränsle**/år i framtiden)
Vattenkraft	Ytterligare 50 GWh el/år utöver de omkring 15 TWh el som genereras i dag (+ 225 GWh el/år i framtiden) (enl. Vattenfall)
Vindkraft	300*** GWh el år 2005 (enl. länsstyrelsen)

* De olika energipotentialerna kan inte adderas med varandra eftersom flera av energislagen konkurrerar med varandra i fråga om råvaror, odlingsmarker och framtida marknader, samtidigt som förutsättningarna för beräkning av potentialer varit mycket varierad. Dessutom är det stor skillnad mellan 1 kWh el, som är en högkvalitativ energiform, och 1 kWh värme, som är en lågkvalitativ energiform.

** Begreppet bränsle kan innefatta produktion av värme, el och transportarbete (drivmedel). Energiutbytet avgörs av verkningsgraden i respektive produktionsanläggning.

*** Uppgifterna bygger på grova uppskattningar utifrån vissa nationella erfarenheter. Det krävs ytterligare studier för att få fram säkrare uppgifter på regional nivå.

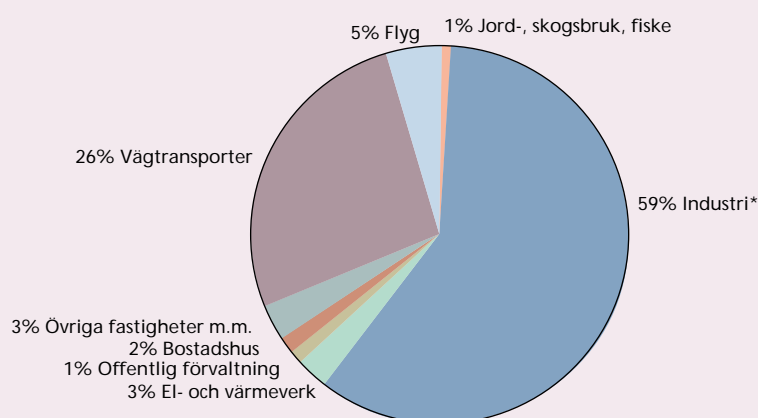
En grov uppskattning utifrån SCB:s företagsstatistik (1997) visar att över 4 000 norrbottningar, eller drygt fyra procent av det totala antalet sysselsatta i länet, arbetar inom energirelaterade verksamheter (utvinning, produktion, hantering eller service inom verksamheter som har med värme, el eller drivmedelsförsörjning att göra). En omställning till förnybara energikällor och effektiv energianvändning skulle enligt de potentialer som tagits fram inom ramen för det här arbetet sannolikt kunna öka antalet norrbottningar sysselsatta inom energirelaterade verksamheter med uppemot 50 procent, varav biobränslena svarar för den klart största sysselsättningspotentialen. Som ett direkt resultat av

detta skulle användningen av importerade och miljöbelastande fossila bränslen (till exempel olja) kunna reduceras avsevärt.

Den totala energitillförseln av fossila bränslen i Norrbotten låg 1998 på en nivå av cirka 9 800 GWh (9,8 TWh). Omkring 25 procent, eller cirka 2 500 GWh, utgjordes av eldningsolja för uppvärmning.

Till energitillförseln av fossila bränslen räknas också den del av SSAB:s kolanvändning, över 3 000 GWh (grovt räknat), som även utnyttjas för uppvärmningsändamål, samt länets övriga användning av fossila bränslen, omkring 4 300 GWh (varav drygt 3 000 GWh används för transporter). Detta material visar att det skulle räcka med att utnyttja en del av länets potential av förnybara energikällor för att, som ett första steg, göra Norrbotten helt oberoende av oljeimport för uppvärmningsändamål.

Användningen av fossila bränslen i Norrbotten 1998



* Inklusive dieselanvändningen inom industriområdet. Cirka 25 procent av SSAB:s kolanvändning har uppskattats gå till energiändamål.

Källa: Andreas Gällerspång, Norrbottens energikontor.

Även om Norrbotten har stora och outnyttjade energipotentialer är resurserna begränsade. Det betyder att energisparande och effektiv energianvändning bör ses som viktiga inslag vid en omställning av länets energianvändning. Med energisparande avses här vanligen åtgärder som på kort eller lång sikt leder till minskad energianvändning. Energieffektivisering, som är en form av resurshushållning, innebär att man dessutom inte använder energi av högre kvalitet än vad som är nödvändigt.

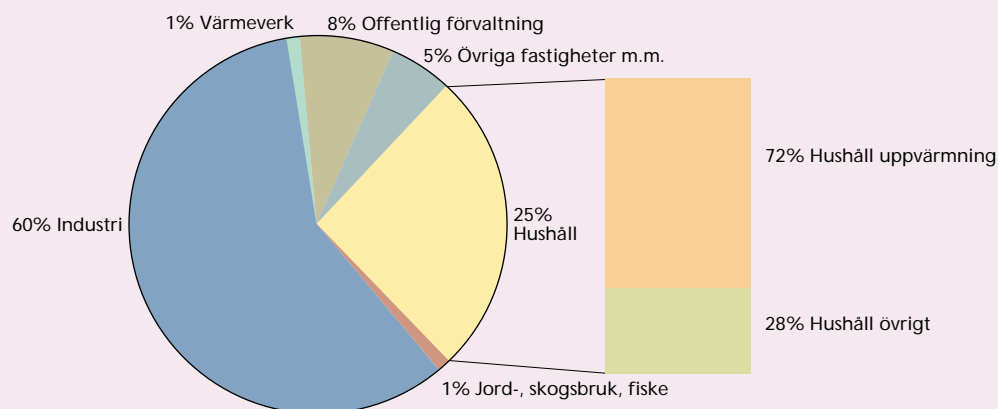
Energiformernas kvalitet bedöms efter deras möjlighet att utföra arbete. Högkvalitativa energiformer, som exempelvis el, kan utföra

Sammanfattning

mycket mekaniskt arbete. Den lägsta energiformen är värme vid låg temperatur, exempelvis spillvärme, geovärme, solvärme samt i vissa fall även fjärrvärme. Det är med andra ord stor skillnad på 1 kWh el och 1 kWh värme.

Användningsområden där elenergis höga kvalitet kan utnyttjas fullt ut är belysning, elektronisk apparatur, högtemperaturprocesser och motordrift. Till uppvärmning av hus och lokaler bör man i första hand välja energiformer av lägre kvalitet. En omställning från elvärme till alternativa uppvärmningssystem som utnyttjar lågkvalitativ energi ses dessutom som en viktig förutsättning för att Sverige ska kunna avveckla kärnkraften. Den totala elanvändningen i Norrbotten 1998 var drygt 7 500 GWh, vilket motsvarar cirka 50 procent av länets vattenkraftproduktion. Av detta användes nära 1 400 GWh el för uppvärmning av bostäder (varav drygt 30 procent utgörs av småhus med direktverkande elvärme). Ersätts denna el med annan lokalt utvunnen energi kan Norrbotten bidra med ytterligare elenergi motsvarande nära halva årsproduktionen i den kvarvarande Barsebäcksreaktorn.

Användningen av el i Norrbotten 1998



Källa: Andreas Gällerspång, Norrbottens energikontor.

Denna skrift visar att det i framtiden sannolikt är möjligt att ersätta hushållens eluppvärmning med värme producerad av förnybara, norrbottniska energikällor, samt att det finns utrymme för produktion av förnybar el och flytande biobränslen i Norrbotten. **En sammanfattande slutsats av hela materialet är att Norrbotten, som i dag har en förhållandevis hög energianvändning per capita och bidrar med höga koldioxidutsläpp, är så rikt på förnybara energikällor att det finns starka skäl att utveckla ett målinriktat och kontinuerligt energistrategiskt arbete på lokal och regional nivå, samt att ytterligare förstärka de regionala nätverken och forskningsinsatserna inom energiområdet. I förlängningen handlar det om att säkerställa att vinsterna från en omställning till förnybara energikällor, energisparande och effektiv energianvändning bidrar till den lokala och regionala utvecklingen i hela Norrbotten.**





Avfall

Ansvarig

Kenneth Larsson, Kiruna Värmeverks AB/Kiruna Renhållnings AB

Nuvarande energiproduktion

120 GWh (+ 25 GWh värmeproduktion med utländskt avfall) (1998 års siffror)

Energipotential

260 GWh bränsle* per år (baserat på den tillgängliga mängden brännbart avfall i Norrbotten 1998)

Sysselsättningseffekt

En ökning motsvarande cirka 25 årsarbeten inom sortering och uppberedning av avfall samt drift av verk.

**Begreppet bränsle kan här innefatta produktion av såväl värme som el. Energiutbytet, i form av den värme och/eller el som kan tillgodogöras, avgörs av verkningsgraden i respektive produktionsanläggning.*

Tillgång

Avfall definieras i miljöbalken som varje föremål, ämne eller substans som ingår i en avfallskategori och som innehavaren avser eller är skyldig att göra sig av med. Avfallskategorier och avfallsförteckningar finns angivna i renhållningsförordningen.

På länets avfallsupplag deponerades totalt cirka 200 000 ton restprodukter under 1997 enligt statistik från Länsstyrelsen i Norrbottens län. Här är ej deponering av slam inräknat, däremot askor från förbränning. Hushållsavfallet uppgick till cirka 75 000 ton. Endast Kiruna kommun förbrände då sitt hushållsavfall (osorterat).

Deponering vid de stora upplagen i respektive kommun under 1997

Mängderna anges i 1 000 ton per år:

	Hushållsavfall, bygg- och industriavfall
Luleå	40
Piteå	56
Boden	12
Älvsbyn	6
Arvidsjaur	3
Arjeplog	1
Haparanda	2
Pajala	2
Jokkmokk	5
Kalix	11
Överkalix	4
Övertorneå	3
Gällivare	12
Kiruna	1
Totalt	158 000 ton (varav aska och slagg ca 13-14 000 ton)

Användning

Energivolymer i den mängd restprodukter som under 1998 användes för uppvärmning uppgick till cirka 145 000 MWh (145 GWh).

Den volymen förväntas öka i framtiden.

Förbränning för energiutvinning i norrbottniska avfallspannor under 1998

Kiruna Värmeverks AB

Hushållsavfall	7 300 ton	Energivolymer	12 000 MWh (osorterat)
Rivningsvirke	1 900 ton	Energivolymer	6 500 MWh
Gummidäck	7 600 ton	Energivolymer	53 200 MWh
Returpapper	1 700 ton	Energivolymer	8 500 MWh (från Norge)
Summa	18 500 ton		80 200 MWh

Bodens Energi AB

Hushållsavfall	9 000 ton	Energivolymer	27 000 MWh (brännbart)
Rivningsvirke	6 400 ton	Energivolymer	22 000 MWh
Returpapper	3 200 ton	Energivolymer	16 000 MWh (från Norge)
Summa	18 600 ton		65 000 MWh

Teknik

Vid FN:s konferens i Rio de Janeiro om miljö och utveckling fastslogs ett antal förutsättningar för att åstadkomma en hållbar utveckling:

- Effektivare energianvändning
- Materialhantering i kretslopp
- Minskad miljöbelastning
- Bevarad biologisk mångfald

Dessa tankar har inarbetats i regeringens proposition om riktlinjer för en kretsloppsanpassad samhällsutveckling. Där fastslås att det råder producentansvar för uttjänta varor och produkter samt mål för inlänkning av restprodukter i kretsloppet. Omhändertagandet av restprodukter ska ske enligt följande rangordning:

- Återanvändning
- Materialåtervinning
- Energiutvinning
- Deponering

Energiutvinning från avfall kan ske på olika sätt, varav förbränning är ett. Vid förbränning av brännbart avfall blir cirka 15 viktprocent av materialet kvar som aska, ett farligt avfall som det visat sig vara svårt att länka in i kretsloppet. Även slaggen från avfallsförbränningen definieras som farligt avfall.

Sorterat organiskt avfall kan användas för energigenerering via rötning. Det ger en restprodukt som kan användas som gödningsmedel, exempelvis vid odling av energigrödor. Återanvändning och återvinning bör betraktas som möjligheter till energibesparing.

Förbränning

Förbränning med energiutvinning från avfallets brännbara fraktion är den princip för energiutvinning ur avfall som ger de överlägset största energimängderna. Förbränning av avfall sker vanligtvis på en rost (brän-slegaller i pannor). Olika typer av roster har utvecklats för att klara av det heterogena bränslet. Fluidiserande bäddar (sandbäddar som hålls svävande av uppåtriktade luftströmmar) har under senare år börjat användas och även termisk förgasning (gasbildning vid hög temperatur och luftunderskott) är under utveckling.

Vid förbränning i en rostugn matas avfallet framåt av en rörlig rost, som kan vara utformad på olika sätt. Mängden förbränningsluft och sättet att tillföra luften har stor betydelse för förbränningsresultatet. En god luftinblandning och hög förbränningstemperatur krävs för att få ner utsläppen. Luften tillsätts i olika zoner som primärluft under rosten och som sekundärluft högre upp i ugnrummet. Sekundärluft blåses in genom dysor (typ av munstycken). Placeringen av dessa, deras storlek och inblåsningsriktningen är viktiga faktorer för omblandning och slutförbränningen av förbränningsgasen.

Slammet från de svenska avloppsreningsverken hamnar i dag som regel på deponi. Avfallsskattens införande innebär att det blivit mer intressant att leta efter alternativ till deponering, exempelvis via förbränning i avfallseldade värmeverk. Det finns beprövade metoder för samförbränning av avfall och avloppsslam i avfallseldade värmeverk. Rent tekniskt går det att använda såväl avvattnat slam som torkat slam för inblandning och förbränning. Provförbränning av avfall och avvattnat slam har skett på några anläggningar i Sverige.

Andra avfallstyper som kan vara intressanta för förbränning är:

- Fotopapper och film där silver utvinns ur aska och slagg.

Materialet innehåller även andra grundämnen som kan orsaka problem.

- Fluff (fragmenterat material) av olika slag, exempelvis bilfluff (säten, plaster) eller elektronikfluff. Det senare innehåller metaller av olika slag.
- PUR-skum från kylmöbler.

Det krävs dock provförbränningar (med tillstånd enligt miljöbalken) och noggranna analyser av rökgaser och askor innan de går att göra en bedömning av lämpligheten rent miljömässigt att förbränna dylika material.

Energiutvinning ur avfall kan i princip ske på följande sätt

- Rötning (utvinning av biogas ur organisk fraktion).
- Förbränning av brännbar fraktion.
- Utvinning av deponigas från befintliga avfallsdeponier (denna möjlighet försvinner på sikt på grund av framtida deponiförbud för organiskt avfall).

För information om kraftvärme: Se kapitlet om trädbränslen

Status

Sveriges renhållning och avfallshantering har under de senaste åren genomgått stora förändringar. Ansvaret har flyttats till producenterna för olika varor. Hushållen deltar mer och mer i det praktiska arbetet genom sin sortering. Utvecklingen styrs till stor del av politiska beslut både i Sverige och i EU.

Miljöbalken trädde i kraft den 1 januari 1999. Den ersätter 15 tidigare lagar, bland andra miljöskyddslagen och renhållningslagen. I miljöbalken fastslås exempelvis att brännbart avfall ska förvaras och transporteras skilt från annat avfall samt att brännbart avfall efter den 1 januari 2002 inte får deponeras utan ska omhändertas på sådant sätt att energin i avfallet kan återvinnas. Organiskt avfall får inte deponeras efter den 1 januari 2005.

Den 13 april 1999 lades regeringens proposition 1998/99:84: Lag om skatt på avfall. Där föreslås att en skatt på 250 kronor per ton ska utgå för avfall som läggs på deponi. Propositionen antogs av Sveriges riksdag i juni 1999 och avfallsskatten infördes den 1 januari 2000, vilket innebär att det blivit väsentligt dyrare att deponera avfall. För närvarande tas det inte ut någon skatt på det avfall som går till förbränning i Sverige. En sådan beskattning sker dock i Norge och Danmark. Det är i dags-

läget oklart huruvida det kan komma att införas en skatt på förbränning av avfall i Sverige i framtiden.

Ett antal förordningar om producentansvar kommer att leda till minskad tillgång av vissa brännbara materialslag. Förordningen om producentansvar för däck har dock lett till en ökad tillgång på däck för energiutvinningen i Norrbottens län. Både miljöbalken och avfallsskatten kommer att styra mer avfall till förbränningsanläggningar med energiutvinning.

Miljöeffekter

Avfallsförbränning ger effekter på miljön av två slag:

1. Förändringar i *lokala* utsläpp. I princip ökar dessa något i och med en ökad förbränning av avfall.
2. Förändringar i *global* miljöpåverkan. Till förändringar i global miljöpåverkan hör, förutom utsläpp från förbränning och deponering, även förändrade utsläpp från transportsektorn. En ökad energiutvinning ur avfall leder till en minskad användning av antingen eldningsolja eller biobränslen som flis och torv. Om avfallseldning resulterar i en minskad användning av biobränsle lokalt kan biobränslet istället nyttjas som oljeersättning på annan ort. Avfallsförbränning innebär även en klar reduktion av mängden avfall som läggs på deponi. Den sammanlagda effekten på den globala miljön är med andra ord positiv.

Kraven för utsläpp till luft och vatten skärps successivt. EU:s förslag till nytt direktiv för utsläpp från avfallsförbränning har fastställts av EU-kommissionen och antagits av parlamentet under år 2000. Vidare kommer ett nytt EU-direktiv om deponering av avfall som ger strängare regler för bland annat deponering av aska och slagg från förbränning av avfall. Direktivet införs i svensk lagstiftning i juli 2001.

Påverkan på mark och vatten

Förutsättningarna för att minska mängden farliga ämnen i askor från avfallsförbränning är till stor del beroende på hur väl avfallet sorteras vid källan. Det handlar om insatser för att ta bort ämnen som inte bör hamna i förbränningsanläggningen.

Generellt kan sägas att en ökad energiutvinning från avfallsförbränningsanläggningar kommer att leda till ökad miljöpåverkan lokalt.

Detta beroende på ökade totalutsläpp från de aktuella värmeverken.

I ett *globalt perspektiv* kommer dock utsläppen att minska, främst genom att avfallsförbränning direkt eller indirekt ersätter oljeeldning.

Utsläpp av koldioxid orsakas inte bara vid förbränning av avfall.

De orsakas även när avfall bryts ner på deponi. Och en deponi orsakar även utsläpp av metan, som är en kraftigare växthusgas än koldioxid.

Sammantaget bedöms alltså en ökad avfallsförbränning leda till minskad miljöpåverkan på mark och vatten.

Påverkan på mark och vatten från avfallsförbränning sker genom

- utsläpp av förorenat vatten från våta rökgasreningsanläggningar till avlopp eller recipient (mottagare).
- utsläpp genom urlakning från deponering av fasta restprodukter (aska och slagg från förbränning, flygaska från stoftavskiljare eller avskilt slam från våta rökgasreningsanläggningar).

Utsläpp från deponier

En utökad avfallsförbränning kommer att medföra ökade mängder av tungmetaller (kvicksilver, bly och kadmium) i aska, slagg och restprodukter från våt rökgasrening. Avfall innehåller, generellt sett, högre halter tungmetaller än andra bränsleslag.

Metallerna avskiljs via elektrofilter och våt rökgasrening och hamnar i restprodukter för deponering. På *lokal* nivå kommer således mängden tungmetaller att öka om förbränningen omfattar avfall som annars skulle ha deponerats på annan ort. Globalt sett kommer det dock inte att ske någon ökning av mängden deponerade tungmetaller eftersom motsvarande mängd tungmetaller annars skulle ha följt med det oförbrända avfallet som läggs på deponier.

Vid all deponering av avfallsrester gäller att det är viktigt att minimera urlakningen genom att begränsa tippens genomsläpplighet. För aska och slagg från förbränning av avfall gäller att de i regel ska deponeras på deponier för farligt avfall. Deponiklasserna definieras i Europarådets direktiv om deponering av avfall - ett direktiv som beräknas bli infört i svensk lagstiftning under år 2001. Vad som ingår i begreppet farligt avfall definieras i förordningen om farligt avfall. Övriga deponiklasser är: deponier för icke farligt avfall och deponier för inert (stabil) avfall.

Utsläpp till luft

De föroreningar som finns kvar efter rening i de rökgaser avfallsförbränningen ger upphov till förs ut till atmosfären via skorstenarna. Dessa utsläpp plus transportsektorns utsläpp till följd av en ökad avfallsförbränning ska jämföras med de utsläpp som uppstår om nuvarande bränslen ej ersätts med avfallsbränsle och avfallet omhändertas på annat sätt.

Med andra ord. *Lokalt* kommer utsläppen av tungmetaller och vissa andra föroreningar (exempelvis dioxin) till luft att öka med en ökad avfallsförbränning. Detta motverkas dock successivt genom skärpta myndighetskrav. I ett *globalt* perspektiv kommer en ökad avfallsförbränning endast att innebära att utsläppen till luft sker mer koncentrerat samt under en kortare tid jämfört med om avfallet skulle ha lagts på deponi.

De mest skadliga ämnena (ur hälso- och miljösynpunkt) som ingår i utsläpp från avfallsförbränning är

- Metaller (Hg, Pb och Cd)
- Kväveoxider
- Kolmonoxid
- Stoft
- Dioxiner och andra klorerade organiska föreningar
- Koldioxid
- Svaveldioxid
- Klorväte
- Polyaromatiska kolväten (PAH)

I ett förslag från EU som ännu inte antagits av EU-parlamentet föreslås vissa skärpningar avseende utsläpp till luft av bland annat dioxiner, klorväte, kolmonoxid och kvicksilver (Hg).

Transporter

Miljöproblemen i samband med transporter härrör i huvudsak från fordonens förbränning av dieselolja. Även buller kan uppstå vid hantering och transporter av avfallsbränsle.

Allmänt kan konstateras att transporter av avfallsbränsle från andra kommuner till en avfallsförbränningsanläggning i regel medför större transportavstånd än motsvarande transporter av andra bränslen samt lokala transporter av avfall till deponi. Det innebär att en ökad avfallsförbränning i Norrbotten bedöms ge upphov till en ökad miljöpåverkan från transportsektorn. Sett till den totala mängden utsläpp från avfallsförbränning handlar det dock om mycket små utsläpp.

De farliga ämnen som alstras vid transporter är

Kväveoxider	Kolväten	Kolmonoxid
Svaveldioxid	Koldioxid	Partiklar

Potentialer

Energi

Med utgångspunkt från de volymer som deponerades i länet 1997 görs följande storleksbedömning av de avfallsmängder som finns tillgängliga för förbränning i Norrbotten:

Hushållsavfall (brännbar fraktion): cirka 40 000 ton per år

Bygg- och industriavfall (brännbart): cirka 35 000 ton per år

Gummidäck (även från övriga landet): cirka 5 000 ton per år

Till detta ska läggas de mängder som industrin lägger på egna tippar. Det kommande deponiförbudet för utsorterat brännbart avfall omfattar även detta.

Ett rimligt värmevärde för utsorterat hushållsavfall och bygg- och industriavfall kan vara cirka 3 MWh per ton. För gummidäck är värmevärdet cirka 7 MWh per ton. Den energivolym i Norrbotten som kan produceras med avfall som bränsle blir då 260 GWh per år.

Den norrbottniska avfallsförbränningen gav under 1998 upphov till en produktion av 71 GWh i Kiruna och 49 GWh i Boden - totalt 120 GWh. Till detta skall läggas den värmeproduktion som skedde med utländskt avfall - 25 GWh under 1998. Denna volym ökar successivt.

Totalt planeras för en energiutvinning av cirka 220 GWh av de tillgängliga 260 GWh i Norrbottens län (85 %). Denna planering omfattar tolv av länets 14 kommuner. Något mottagande av avfall från Arvidsjaur och Arjeplog kommuner ingår inte i dessa planer. Dessa kommuner levererar i dag sitt avfall till förbränning i Umeå.

Planerna för länets två existerande avfallsförbränningsanläggningar

Boden

Koncessionen rymmer en förbränning av totalt 36 000 ton per år. Avtal är tecknade med Luleå, Älvsbyn och Piteå om mottagning av utsorterat avfallsbränsle utöver det som genereras i den egna kommunen. Diskussioner pågår med Kalix, Övertorneå och Övertorneå om mottagning av dessa kommuners avfall. Under 1999 förbrände Bodens Energi AB 36 000 ton avfall uppdelat enligt följande:

Hushållsavfall	20 000 ton
Rivningsvirke	7 000 ton
Norskt papper	4 000 ton
Övrigt	5 000 ton

Den årliga energiproduktionen från avfallsförbränningen i Boden uppgick därmed till cirka 100 -115 GWh (varav från länet cirka 95 GWh). Bodens energi AB planerar att öka sin koncession för avfallsförbränning till 80 000 ton per år. En ansökan enligt miljöbalken ska enligt planerna lämnas in under år 2001. Det innebär att man kan ta emot cirka 40 000-50 000 ton hushållsavfall samt cirka 30 000 ton andra avfallsprodukter per år.

Kiruna

Värmeverket har tidigare haft tillstånd att bränna 20 000 ton avfall. En ansökan om utökad koncession till 70 000 ton hushållsavfall samt rent träavfall, däck och papper har beviljats av Länsstyrelsen i Norrbottens län i november 2000. Tillståndet överklagades. Den 23 maj 2001 meddelade miljödomstolen i Umeå att överklagan avslagits och tillståndet vann laga kraft den 13 juni 2001. Det betyder att Kiruna Värmeverks AB kan ta emot ytterligare avfallsvolymer för energiproduktion.

Utökningen av avfallsförbränningen är framför allt föranledd av den stora efterfrågan på förbränningskapacitet som införandet av avfallsskatt i Norge orsakat. Den mängd hushållsavfall som Kiruna kommun själv skickar till förbränning har minskat de senaste åren och ligger i dag på omkring 7 000 ton per år. Avtal har istället tecknats med flera kommuner i Nordnorge om leveranser av en brännbar fraktion till Kiruna värmeverk. Även från norra Finland har förfrågningar om möjligheten att leverera avfall kommit.

Det nya tillståndet för utökad avfallsförbränning innebär att det kommer att finnas kapacitet att ta emot ytterligare avfall från norra Norrbotten, främst Gällivare, Jokkmokk och Pajala. Om några år kan därför följande avfallsmängder vara aktuella för energiutvinning i Kiruna:

Hushållsavfall	40 000-50 000 ton per år (varav från BD-län cirka 15 000-20 000 ton)
Rivningsvirke, FAB	20 000 ton per år (varav från BD-län 10 000 ton)
Gummidäck	5 000 ton per år (varav från BD-län 1 000 ton)
Norskt papper	5 000 ton per år
Övrigt	5 000 ton per år

Den totala energiproduktionen från avfall i Kiruna blir då cirka 200 GWh (varav det norrbottniska avfallet bidrar med cirka 100 GWh).

Sysselsättning

En utökad avfallsförbränning medför sysselsättning inom i första hand upparbetning (krossning) av avfall, driftpersonal engagerad i skopkörning på värmeverken och avfallstransporter. Dessutom tillkommer den sysselsättning som skapas via utsortering av brännbara fraktioner på återvinningscentraler och deponeringsanläggningar.

Samtidigt minskar sysselsättningen inom alternativa bränslesektorer. Totalt sett bedöms en utökad satsning på avfallsförbränning kunna skapa ytterligare omkring 25 årsarbeten i Norrbotten.

En eventuell nyanläggning av ett avfallsvärmeverk i Torneå/Haparanda kommer att skapa ytterligare sysselsättning.

Allmänt

Avfall är ett brett begrepp som definieras i den Europeiska avfallskatalogen med så kallade EWC-koder. Dessa är även införda i Renhållningsförordningen (1998:902) samt i Förordningen om farligt avfall (SFS 1996:971).

Kortfattat kan sägas att de avfallsslag, som insamlas, transporteras och behandlas är:

- Hushållsavfall och därmed jämförligt avfall (från restauranger, kontor, butiker, skolor etcetera).
- Grovavfall
- Ej branschspecifikt industriavfall
- Branschspecifikt industriavfall
- Farligt avfall
- Bygg- och rivningsavfall
- Park- och trädgårdsavfall

Med hushållsavfall avses det avfall som kommer från hushåll samt avfall från exempelvis affärsrörelser vilket är jämförbart med hushållsavfall. Grovavfall är den del av hushållens avfall som är skrymmande, exempelvis cyklar, kasserade möbler och liknande.

Industriavfall uppdelas i branschspecifikt och ej branschspecifikt. Till branschspecifikt avfall räknas avfall som uppkommer som en direkt följd av verksamheten, det vill säga processavfall, spill och kasserat material. Detta avfall tas om hand internt inom respektive näring. Ej branschspecifikt avfall kan vara emballage, metallskrot etcetera.

Farligt avfall kräver speciell behandling enligt särskilda regler.

Avfallsförbränning i Norrbotten

Att genom förbränning ta till vara den energi som finns lagrad i avfallet är redan idag den vanligaste metoden för behandling av hushållsavfall i Sverige. Samtidigt som värme, och i vissa fall el, effektivt produceras vid förbränningen reduceras volymen till omkring fem procent av ursprunget. I Sverige finns i dag 22 avfallsförbränningsanläggningar.

Två av dessa är belägna i Norrbotten, i Kiruna och i Boden.

Anläggningen i Kiruna togs i drift 1985 och har tidigare endast behandlat Kiruna kommuns osorterade avfall. Från slutet av 1998 har även utsorterat avfall från Nordnorge förbränts. Bolagets nya tillstånd innebär att man har rätt att utöka sin avfallsförbränning, vilket i sin tur förväntas leda till ökade avfallsleveranser från Norge. Men även några kommuner i Norrbotten levererar sitt brännbara avfall till Kiruna.

Bodens avfallspanna togs i drift under 1997 och tillförs en utsorterad brännbar fraktion från Boden, Luleå, Piteå och Älvsbyns kommuner. Jokkmokks kommun, som i dag eldar sitt brännbara avfall i Kiruna, förväntas leverera sin brännbara fraktion till Boden då kapaciteten i den anläggningen byggts ut.

Länsstyrelsen har initierat en utredning för att kartlägga den totala mängden brännbart avfall i länet. Utredningen väntas bli klar till hösten 2001.

Historik

Den moderna avfallsförbränningen fick sitt genombrott under 1960- och 1970-talet. Förutom hygieniska vinster och en kraftig reduktion av avfallsvolymen resulterade användningen i ett betydelsefullt energitillskott. Efter rapporter om höga utsläpp av kvicksilver till luft samt den omskrivna dioxindebatten under 1980-talets början införde Statens naturvårdsverk 1985 ett moratorium (tillfälligt stopp) för byggande av nya anläggningar. Samtidigt genomfördes en stor utredning "Energi ur avfall" vars resultat blev offentligt 1986. Utredningen visade att avfallsförbränning var en vid den tidpunkten god metod att slutligt omhänderta avfall på, samt att utsläppen kunde reduceras kraftigt med hjälp av effektiv rening.

Det har hänt en hel del sedan moratoriet. Dels har tillstånden för samtliga anläggningar omprövats. Dels har samtliga anläggningar i Sverige försetts med utrustning för avancerad rökgasrening.

Utsläppen av farliga ämnen har därmed minskats radikalt. Och under år 2000 förväntas EU anta ett nytt avfallsförbränningsdirektiv som ytterligare skärper utsläppsvillkoren.

Driften vid Sveriges 22 anläggningar för förbränning av kommunalt avfall för energiproduktion motsvarar en totalt installerad effekt på cirka 715 MW. Det finns numera kapacitet att förbränna omkring 2,2 miljoner ton avfall per år i Sverige. När deponiförbudet för utsorterat, brännbart avfall träder i kraft den 1 januari 2002 väntas det uppstå en brist på förbränningskapacitet i landet motsvarande cirka 1 miljon ton per år.

Utvecklingen inom miljöområdet

Dioxindebatten under 1980-talets mitt ledde till att Sverige fick de vid den tidpunkten strängaste utsläppskraven för förbränning av avfall internationellt sett. Samtliga anläggningar i landet investerade då i mycket avancerad rökgasreningsteknik.

I dag är situationen den att Europa har kommit ikapp oss och de nya EU-direktiven, vilka har fastställts av EU-kommissionen, innebär i viss mening en skärpning av de gällande svenska utsläppskraven. Det nya avfallsförbränningsdirektivet låg under hösten 1999 hos EU-parlamentet för en första läsning. Detta antogs under år 2000, vilket innebär att många svenska anläggningar behöver komplettera sin rökgasrening.

För att dessa investeringar i förbättrad reningsteknik ska bli ekonomiskt lönsamma krävs att ytterligare avfallsmängder tillförs anläggningarna. De ökade miljökraven ökar därmed också kraven på storskalighet.

Utsläppen från modern avfallsförbränning utgör annars inget stort problem. Med god förbränningsteknik och effektiv rökgasrening går det att rena rökgaserna till en nivå som är likvärdig med kraven för andra fasta bränslen, till exempel torv och trädbränslen.

Avfall består till omkring 90 procent av förnybart material. Avfallsförbränningens utsläpp till luft är små. För stoft, väteklorider, tungmetaller och dioxiner har de svenska utsläppen till luft minskat med över 95 procent sedan 1995. Det beror inte enbart på att kvalificerad rökgasrening har installerats utan även på att bara sådant som är lämpligt för förbränning styrs till anläggningarna. Exempelvis har utsorteringen av batterier lett till väsentlig minskning av mängden kvicksilver i avfall.

Det som återstår efter förbränningen är slagg och rökgasreningsaska. I askan finns stoft och skadliga ämnen, vilka klassas som farligt avfall och därmed ska deponeras under säkra former.

Källor

Avfallsstatistik 1997. Länsstyrelsen i Norrbottens län

Avfall är inte bara sopor (1993). Industriförbundet

Biologisk behandling av hushållsavfall 1998.

Svenska Renhållningsverksföreningen

90-talets avfallshantering i Norrbottens län (1991). Kommunförbundet Norrbotten

Samförbränning av avfall och rötslam (1998).

Svenska renhållningsverksföreningen

Svensk Avfallshantering 1998. Svenska Renhållningsverksföreningen





Biogas

Ansvarig

Fred Nordström, Norrbottens energikontor

Nuvarande energiproduktion

cirka 8 GWh 1999

Energipotential

cirka 180 GWh bränsle* per år

Sysselsättningseffekt

Avfall är det i dagsläget mest intressanta biogassubstratet i Norrbotten. En utveckling av hela avfallspotentialen för biogas i Norrbotten (cirka 38 GWh per år) skulle uppskattningsvis kunna skapa cirka 3-5 årsarbeten under 20 år. Andra biogasalternativ kan bli intressanta på sikt.

**Begreppet bränsle kan innefatta produktion av värme, el och transportarbete (drivmedel). Energiutbytet avgörs av verkningsgraden i respektive produktionsanläggning.*

Tillgång

Se energipotential.

Användning

Biogasproduktionen i Norrbotten låg 1999 på en nivå av cirka 8 GWh. De biogasanläggningar som för närvarande existerar i Norrbotten är de kommunala anläggningarna i Luleå (rötning av avloppsslam 3 GWh, deponigas 1,4 GWh), Boden (deponigas 1,0 GWh), Kalix (deponigas 1,5 GWh) och Haparanda (rötning av avloppsslam 1,4 GWh). I Boden byggs det en anläggning för rötning av avloppsslam och matavfall som enligt planerna ska tas i drift hösten 2001. Dess produktion är beräknad till 16 000 kWh per dygn, året runt. Överskottet beräknas bli 3-4 GWh per år.

Piteå kommun bygger en anläggning för rötning av avloppsslam vilken beräknas vara klar i november 2001. Anläggningen ska ta emot cirka 7 000 ton avloppsslam per år. Biogasproduktionen i rötgasanläggningen i kombination med spillvärmens i det utgående avloppsvattnet, vilken uppgraderats med hjälp av värmepump, beräknas kunna svara för anläggningens hela värmebehov samt 50 procent av elbehovet.

En småskalig biogasanläggning för el och värmeproduktion har uppförts på Alviksgården i Alvik. Anläggningen har ännu (våren 2001) inte kunnat köras i kontinuerlig drift.

1996 fanns det 211 anläggningar i Sverige som tillsammans producerade cirka 1,35 TWh biogas. De flesta var rötgaskammare vid kommunala reningsverk (134 stycken). De övriga var deponigasanläggningar (59 stycken), anläggningar för behandling av industriellt avloppsvatten (8 stycken), anläggningar för gödsel (6 stycken), anläggningar för rötning av organiskt avfall (4 stycken) samt ett antal försöksanläggningar.

Teknik

Det finns ett stort antal tekniska lösningar på hur en anläggning för biogasproduktion kan se ut. Biogasproduktion från avfallsupplag förekommer framför allt i USA. Biogas i småskaliga anläggningar där råvaran utgörs av gödsel och hushållsavfall har sedan mitten av 1960-talet introducerats på landsbygden i ett antal länder i tredje världen, framför allt i Indien och Kina där det i dag finns många hundra tusen småskaliga biogasanläggningar.

Det finns ett flertal olika processer för framställning av biogas från grödor. I vissa rötas materialet i fast form. I andra rötas slam (utspädning med vatten). En del processer innebär att hela den biologiska processen sker i ett enda steg. I andra delas processen upp i två steg. Först ett hydrolyssteg där komplexa organiska föreningar bryts ner till enklare, vattenlösliga organiska syror. Därefter ett metansteg där metanbakterier omvandlar de organiska syrorna till biogas.

Den nuvarande tekniken för produktion av biogas från, framför allt, grödor fungerar bäst i relativt stora anläggningar. Det krävs som regel att man har tillgång till flera hundra hektar årlig vallareal samt anläggningseffekter på 1-4 MW för att det ska gå att få lönsamhet på biogasproduktionen. Kostnaderna för rörledning och lagring av biogas sätter dessutom en gräns för det maximalt tillåtna avståndet mellan anläggning och användare. Kraven angående anläggningars storlek och avstånd mellan anläggning och användare innebär exempelvis att det krävs en fordonsflotta på minst ett tjugotal gasdrivna bussar för att biogas ska bli intressant som drivmedel inom den kommunala kollektivtrafiken.

På samma sätt krävs det rätt stora värmesystem för att biogas ska bli intressant för värmeproduktion. Med dagens teknik och kostnader är det därför i första hand större tätorter med omgivande jordbruksbygd som kan komma ifråga för etablering av storskaliga biogasanläggningar. För Norrbottens del innebär det att den storskaliga biogastekniken endast är möjlig i Luleå-Boden-Piteå-området.

Det finns emellertid småskalig teknik som passar förhållandena i Norrbotten. Det krävs dock ytterligare utveckling innan den småskaliga biogastekniken kan slå igenom på allvar. Det handlar bland annat om förbättringar av reaktorteknik och processer i syfte att sänka kapitalkostnaderna. Det behövs även nya och mer lönsamma tekniklösningar för rening, lagring och transport av biogas från småskaliga system, samt utveckling av nya systemlösningar.

För information om kraftvärme: [Se kapitlet om trädbränslen](#)

Status

Kostnaden för att producera biogas beror på produktionsanläggningens storlek och vilket råmaterial som används. För större biogasanläggningar, vars produktion baseras på grödor, med en installerad effekt på 1-4 MW är produktionskostnaden beräknad till 40-45 öre per kWh. För mindre anläggningar stiger dessa kostnader. Vid samrötning av

gödsel, avfall och liknande kan dock produktionskostnaderna sänkas något. Särskilt om mottagaren av avfallet tar ut så höga behandlingsavgifter att eventuella underskott på inkomstsidan täcks.

För större biogasanläggningar vars produktion baseras på gödsel sägs produktionskostnaden ligga på omkring 30-35 öre per kWh. Baseras biogasproduktionen på avfall och slam hamnar produktionskostnaden enligt dessa beräkningar (gjorda i Danmark) på 15-25 öre per kWh, beroende på de lokala förutsättningarna.

I betänkandet "Ny kurs i trafikpolitiken" (SOU 1996:165) görs en ekonomisk värdering av olika utsläpp. Där värderas de regionala effekterna från utsläpp av kväveoxider till 43 kronor per kilogram, medan tätortseffekterna värderas till 92 kronor per kilogram. Utsläpp av kolväten värderas till 17 respektive 66 kronor per kilogram och partiklar till 180 respektive 1 084 kronor per kilogram. Koldioxidutsläppen värderas till 0,38 kronor per kilogram. Sammantaget skulle en sådan värdering utfalla till biogasens fördel vid en jämförelse mellan en biogasdriven buss och en buss som tankas med diesel.

Kostnaderna för framställning av biogas för uppvärmningsändamål anses för närvarande vara allt för höga för att biogas ska kunna konkurrera med andra bränslen. Det gäller särskilt om överskottsgas måste facklas bort sommartid. Användning av biogas för elproduktion kräver investeringar i gasmotor och generator. Med dagens låga elpriser är det därför svårt att bygga upp en lönsam elproduktion baserad på biogas.

Skatteeffekter

Införandet av avfallsskatt samt skatter på koldioxid- och kväveoxidutsläpp kan fungera som drivkrafter för satsningar på biogasproduktion för fordonsdrift. I moderna motorer krävs det dessutom endast små förändringar för att motorerna ska kunna konverteras från fossila bränslen till biogas, vilket skulle sänka transportsektorns utsläpp av skadliga föroreningar. Biogas från avfall är redan i dag ett konkurrenskraftigt alternativ till diesel som drivmedel för främst bussar i tätortstrafik. Även biogas från rötslam kan konkurrera med diesel vid överskott av gas. Vid rötning av avloppsslam används ofta den bildade biogasen till uppvärmning av reningsverkens lokaler. En del av gasen används dessutom till uppvärmning av röttningsprocessen. Överskottet utgörs av den biogas som blir över efter uppvärmning av reningsverk och röttningsprocesser. Det krävs dock en uppvärdering av biogasens miljöfördelar för att även biogas från grödor ska kunna bli ett

konkurrenskraftigt alternativ på drivmedelsmarknaden.

Om biogas från grödor befrias från energiskatt skulle denna produkt även kunna vara ett konkurrenskraftigt alternativ som bränsle i bensindrivna bilar. Men det förutsätter att det finns en tillräckligt stor fordonsflotta tillgänglig, eftersom det krävs en hel del investeringar i renings-, lagrings- och tankningssystem.

Miljöeffekter

Deponigas är biogas som bildas spontant vid nedbrytning av organiskt material i deponier (soptippar). Deponigas innehåller i huvudsak metangas, som är en kraftfull växthusgas. I deponier där inte deponigasen samlas upp läcker metangasen ut till atmosfären där den ger upphov till globala miljöeffekter. Utvinning av deponigas för energiändamål bidrar med andra ord till att mildra växthuseffekten.

Även om deponigasen omhändertas för energiändamål uppstår det dock även fortsättningsvis ett visst oönskat läckage av metangas till atmosfären. De läckage av metangas som kan förekomma vid rötgasanläggningar (utanför deponier) är som regel mycket små.

Rötgasanläggningar som utvinnet biogas ur organiskt avfall från storkök, restauranger och livsmedelsindustrier ger dessutom upphov till positiva, lokala miljöeffekter i och med att deras produktion leder till att mindre avfall hamnar på soptippen.

Förbränning av biogas i värmepannor ger små utsläpp av föroreningar. Enligt en studie gjord av Nutek (1996) orsakar en gaspanna hälften så höga utsläpp av kväveoxider som en vedpanna. Studien visar också att gaspannor ger upphov till lägre kväveoxidutsläpp än såväl flispannor som pelletspannor. Gaspannor ger dessutom upphov till mycket låga utsläpp av kolväten och stoft. Om gasen innehåller svavelväte bildas det svaveldioxid vid förbränningen. Utsläppen av svaveldioxid kan för vissa typer av biogassubstrat bli så stora att det krävs en reningsutrustning för att klara utsläppskraven.

Det ställs krav på rening av svavelväte och koldioxid för biogas som används i förbränningsmotorer för fordonsdrift eller elproduktion. Den reade gasen består av nästan ren metan. Jämför man motorer som körs med bensin eller diesel med bensin- eller dieselmotorer som anpassats för biogasdrift finner man att biogasen ger lägre eller mycket lägre utsläpp av kväveoxider, stoft och flyktiga kolväten. Skillnaden är särskilt tydlig vid jämförelse med dieselmotorer, eftersom deras katalysatorteknik inte är lika väl utvecklad som den teknik som används

i bensinmotorer. Mätningar på biogasbussar i Linköping visar att en biogasdriven stadsbuss släpper ut 1,2 ton mindre kväveoxider och 90 ton mindre koldioxid per år, samt hälften så mycket sot, som en modern miljödieseldriven buss.

I Alternativbränsleutredningen (SOU 1996:184) redovisas mätresultat som visar att en biogasdriven buss släpper ut 4 gram kväveoxider, 0,1 gram kolväten och 0,01 gram partiklar mindre per kWh förbrukad mängd bränsle än en miljödieseldriven buss. Enligt denna utredning är biogas det enda fordonsbränslet i miljöklass A.

En satsning på biogas baserad på grödor från en ökad andel vallodling på jordar som i dag används för ensidig spannmålsodling kan ge upphov till flera positiva, lokala effekter. Dessa är:

- Minskat behov av kvävetillförsel om kvävefixerande vall ingår i växtföljden.
- Minskat behov av bekämpningsmedel jämfört med då enbart ettåriga grödor används och jämfört med vad som behövs med enbart spannmål i växtföljden.
- Minskad förlust av näringsämnen genom urlakning.
- Minskad energiåtgång för jordbearbetning i och med att mullhalten ökar.
- Förbättrad vatten- och näringsförsörjning tack vare ökad mullhalt i jorden.

Rötresten innehåller näringsämnen som kväve, fosfor, kalium och spårämnen. Dessa kan återföras till marken, vilket minskar behovet av mineralgödsel.

Vissa studier har visat att den totala fossilbränsleinsatsen (inklusive odling, skörd, transporter och spridning av rötresten) vid biogasproduktion via rötning uppgår till cirka fyra procent av energiinnehållet i den biogas som produceras. Elbehovet (exempelvis till malning) bedöms motsvara ett energiinnehåll av två procent. Vid uppgradering av biogas till fordonsbränsle åtgår det ytterligare några procent el till rening och komprimering av gasen.

Förslag till miljöklassning av alternativa drivmedel (SOU 1996:184)

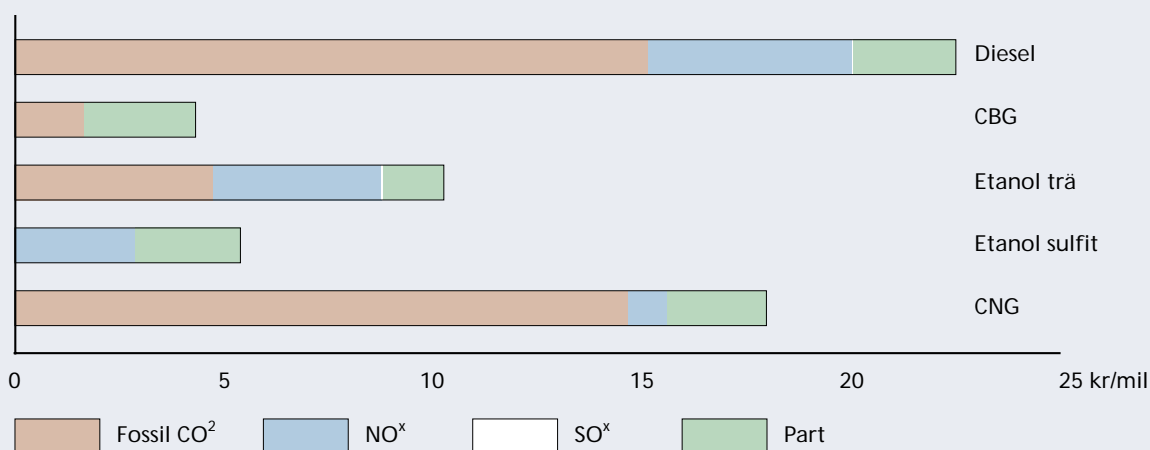
De alternativa drivmedlen jämförs med de bästa klasserna av dieselolja och bensin. De alternativa drivmedlen indelas i tre klasser, graderade efter deras påverkan på klimat, miljö och hälsa.

Dessa jämförs med befintligt miljöklassningssystem för bensin och dieselolja.

Alternativa drivmedel	Dieselolja	Bensin
A		
B		
C	1	2
	2	3

- Klass A avser drivmedel som ur klimat-, miljö- och hälsosynpunkt är mycket bättre än de bästa klasserna för dieselolja och bensin. Exempelvis biogas.
- Klass B avser drivmedel som ur klimat-, miljö- och hälsosynpunkt är bättre än de bästa klasserna för dieselolja och bensin. Exempelvis biobaserad metanol och etanol, MTBE och ETBE från biobaserade alkoholer, RME (från raps), fossilgas, motorgas.
- Klass C avser drivmedel som ur miljö- och hälsosynpunkt är likvärdig med de bästa klasserna för dieselolja och bensin. Exempelvis fossilbaserad metanol och etanol, MTBE och ETBE från fossilbaserade alkoholer.

Ekonomisk värdering av olika drivmedels miljöpåverkan, inklusive livscykelkostnadskalkyler (LCC), avseende tunga fordon. Biogas benämns CBG (Compressed biogas) och fossilgas benämns CNG (Compressed natural gas). Jämförelsen visar bland annat att biogas är det lämpligaste drivmedlet i tätortstrafik.



Källa VBB VIAK

Potential

I naturvårdsverkets framtidsscenario för år 2021 räknar man med att cirka tio procent, eller 280 000 hektar, av den svenska åkerarealen kan användas till energiändamål. I Jordbrukstekniska institutets rapport "Biogaspotential och framtida anläggningar i Sverige" från 1998 räknar man med att Sverige inom en tioårsperiod kommer att kunna använda 170.000 hektar för odling av vallgröda till biogasproduktion. Fördelningen av arealen bygger på antagandet att tio procent av spannmålsarealen och 50 procent av ej utnyttjad åkerareal kan utnyttjas för vallproduktion.

Energi

Den totala biogaspotentialen i Sverige på tio års sikt har enligt Jordbrukstekniska institutets rapport beräknats till cirka 17 TWh per år. I rapporten räknar man med att den största biogaspotentialen utgörs av lantbruksrelaterade substrat, framför allt av halm (41 procent), vallgröda (19 procent), samt träck och urin från husdjur (17 procent). Dessutom tillkommer diverse restprodukter som blast och bortsorterad potatis (5 procent). De lantbruksrelaterade substraten beräknas kunna bidra till totalt 14 TWh årligen. Den övriga biogaspotentialen utgörs av avloppsslam (6 procent), industriellt organiskt avfall (5 procent), hushålls- och restaurangavfall (4 procent), samt park- och trädgårdsavfall (3 procent). Att avloppsslammet inte har en högre energipotential beror på att merparten redan används för biogasproduktion på avloppsreningsverken (cirka 810 GWh av tillgängliga 970 GWh).

Samrötning av vallgrödor, gödsel och andra rötningsbara produkter från lantbruket tillsammans med källsorterat organiskt avfall kan ses som en möjlighet till lokal biogasproduktion i tätorter som har lantbruk inom rimliga transportavstånd. För en anläggning med storleken 1 MW bedöms vallarealen behöva ligga inom cirka två mils radie från tätorten. Det innebär att den största energipotentialen för biogas finns inom jordbruksdistrikten i södra Sverige. Kommuner vars biogaspotential är lägre än 20 GWh per år har i de flesta fall för låg potential för att det ska vara lönsamt att driva en storskalig biogasanläggning. I dessa kommuner kan småskalig biogasproduktion vara ett alternativ.

I Norrbotten är det endast två kommuner (Luleå med 39 GWh per år och Boden med 27 GWh per år) som bedöms ha en biogaspotential

större än 20 GWh per år. Bedömningen av potentialen baseras på tillgången av slam, kommunalt avfall, livsmedelsavfall, industriellt organiskt avfall, gödsel och växtmaterial. Om vallarealen dessutom anses ligga inom rimligt transportavstånd kan en större biogasanläggning vara möjlig inom en tioårsperiod. Den totala biogaspotentialen för hela Norrbotten är beräknad till 180 GWh per år. Potentialen kan delas upp enligt följande: 59 GWh per år från halm, träck och urin, 57 GWh per år från vallgrödor, 38 GWh per år från avfall, 19 GWh per år från avlopp och 7 GWh per år från blast, bortsorterad potatis, boss och agnar.

Eftersom biogaspotentialen i de flesta kommunerna i Norrbotten är mindre än 20 GWh per år och åkerarealen dessutom är spridd (vilket ger långa transportavstånd) får småskalig biogasproduktion ses som det enda alternativet utanför Luleå-Boden-området.

Sysselsättning

Den initialt mest intressanta energipotentialen för biogas i Norrbotten är den som avfall står för (38 GWh per år). Potentialerna för jordbruksgrödor kan dock bli intressanta på sikt, vilket skulle säkra viktiga jobb inom länets jordbruk. En utveckling av avfallspotentialen i Norrbotten skulle uppskattningsvis kunna skapa cirka 3-5 årsarbeten under 20 år.

Allmänt

Biogas är den gas som bildas när organiskt material från gödsel, avföring, avloppsvatten från industrier, slam från reningsverk, hushållsavfall och växter bryts ner av metanproducerande bakterier utan närvaro av syre (anaeroba förhållanden). Det som påverkar biogasbildningen är framför allt mängden lätt nedbrytbara organiska föreningar i materialet, temperaturen och pH.

Temperaturmässigt brukar man dela in biogasprocesserna i mesofila processer (15-40 grader Celsius) och termofila processer (40-60 grader Celsius). Slutprodukten från dessa jäsningsprocesser är en gas innehållande cirka 60 volymprocent metan och 40 volymprocent koldioxid, samt en restprodukt av svärnedbrytbart material.

Utbytet vid biogasproduktion varierar som regel mellan 0,2 och 0,4 kubikmeter per kilogram torrsubstans. Rötning av avfall för biogasproduktion har på senare år rönt allt större intresse. Särskilt efter beslutet att införa en avfallsskatt från 1 januari 2000. Beslutet innebär att det blivit fördelaktigare att utvinna biogas för energiändamål via rötning eftersom man samtidigt minskar mängden avfall som läggs på deponi.

Vid nedbrytning av gödsel, avföring, växter eller hushållsavfall erhålls dessutom en restprodukt som är lämplig att använda som jordförbättringsmedel. På grund av de växande avfallsproblemen i de industrialiserade länderna bedrivs det ett omfattande forsknings- och utvecklingsarbete inom biogasområdet för närvarande.

Källor

Biogaspotential och framtida anläggningar i Sverige (1998). Jordbrukstekniska institutet.

Förutsättningar för biogas från jordbruksgrödor (1998). Energimyndigheten.

Länsvís omhändertagande av slaktavfall och kadaver för utvinning av energi och växtnäring (1995). Jordbrukstekniska institutet.





Energieffektivisering (inklusive energisparande)

Ansvarig

Tord Petterson, Norrbottens energikontor

Nuvarande energiproduktion

Om 75 procent av SSAB:s kol- och koksanvändning exkluderas (eftersom den inte utnyttjas för energiändamål) uppgår den totala energianvändningen i Norrbotten till cirka 22 500 GWh. (1998 års siffror)

Energipotential

En försiktig uppskattning utifrån nationella erfarenheter av och prognoser om energieffektivisering antyder att om det inte sker några markanta förändringar av verksamhetsnivåerna inom sektorerna industri, hushåll och offentlig verksamhet samt transporter i Norrbotten bör det vara möjligt att uppnå en effektivisering av länets energianvändning (värme, el och transporter) motsvarande 2 300-4 400 GWh (grovt räknat) fram till år 2025, jämfört med 1998 års energianvändning. Det motsvarar värmebehovet (uppvärmning plus tappvarmvatten) i 90 000-180 000 normalstora norrbottensvillor. (Under slutet av 90-talet fanns det totalt cirka 66 000 villor i länet.)

Sysselsättningseffekt

Det kan handla om ett betydande antal årsarbeten i form av energirådgivare, tekniker, installatörer och liknande under den mest aktiva insatsfasen.

Tillgång

Se Användning.

Användning

Energieffektiviseringar (inklusive energisparande) kan genomföras på alla ställen där energi genereras, distribueras och används. Insatserna bör göras kontinuerligt eftersom alla komponenter så småningom slits ut och det hela tiden kommer ut nyare och effektivare utrustning och teknik på marknaden. Via en aktiv satsning på energieffektiviseringar går det att minska den totala energianvändningen i Norrbotten.

Länets totala energianvändning (el, värme och transporter) 1998

Industri	13 600 GWh*
Hushåll och offentlig verksamhet	4 600 GWh
Transporter	3 100 GWh
Övrigt	1 200 GWh
Totalt	22 500 GWh

* siffran exkluderar 75 procent av de nästan 10 000 GWh som motsvaras av kol- och koksanvändningen vid SSAB i Luleå. Huvuddelen fungerar som kemiskt reduktionsmedel vid stålframställningen. I processen återvinns dock cirka 25 procent i form av energibärande produkter vilka används inom den egna processen samt för framställning av elektricitet och värme.

Teknik

Med energisparande avses här åtgärder som på kort eller lång sikt leder till minskad energianvändning och minskade energikostnader utan försämringar på komfort- och miljösidan. Energieffektivisering, som är en form av resurshushållning, kan beskrivas som åtgärder vilka ökar användningen av lågkvalitativ energi, det vill säga sekundärenergi samt värme som utvinns ur förnybara energikällor. Med sekundärenergi avses den lågkvalitativa energi som återstår efter att den högkvalitativa delen utnyttjats i högre processer, exempelvis för belysning eller mekaniskt arbete. I fortsättningen görs dock ingen skillnad mellan energisparande och energieffektivisering.

En byggnad kan betraktas som ett skal omkring ett artificiellt inomhusklimat som har till uppgift att skydda människan från kyla, värme,

vind, regn, snö med mera. Det krävs värmeenergi för att skapa det artificiella klimatet. Ju bättre isolerad, samt ju mer anpassad till lågtempererade värmeförsörjningssystem, en byggnad är desto effektivare blir energianvändningen. Samtidigt skapas det utrymme för effektiviseringar av fjärrvärmeverkens generering, distribution och försäljning av energi.

Fjärrvärme

I dagens fjärrvärmesystem är framledningstemperaturen beroende av utomhustemperaturen. I vart fall vid utomhustemperaturer under +5 grader Celsius. Ju kallare det är utomhus desto varmare måste fjärrvärmevattnet vara. Temperaturskillnaden mellan framledning och retur är ofta i det närmaste konstant i dagens ledningssystem, oavsett rådande utomhustemperatur.

Det är önskvärt att öka användningen av lågtempererade värmesystem i husen och därmed möjliggöra en sänkning av temperaturen på returvattnet i fjärrvärmenäten. En sänkning av temperaturen på returvattnet är en viktig parameter för att åstadkomma en effektivare rögskondensering samt en ökad verkningsgrad i fjärrvärmeverken.

Det är även önskvärt att kunna minska vattenflödet i fjärrvärmenäten. Åtgärden möjliggörs bland annat genom installation av lågtempererade golvvärmesystem och/eller stora radiatorytor. En minskning av vattenflödet leder till en ökning av verkningsgraden, vilket kan användas för att ta in fler abonnenter på de befintliga kulvertnäten eller för att sänka elenergikostnaden för pumpning av kulvertvatten.

Exergi

Begreppet exergi myntades 1953 och är relativt känt för tekniker. Exergin hos ett system är lika med energin multiplicerat med dess kvalitetsfaktor och kan betraktas som den mängd nyttig energi som kan utvinnas. Exergi, liksom energi, kan aldrig nyskapas. Men till skillnad från energi kan exergi förbrukas då varje energiomvandling vanligen innebär att en del av systemets exergi går förlorad.

Exergibegreppet har än så länge inte haft särskilt stort genomslag inom energiindustrin. Utvecklingen har istället styrts av mer kortsiktiga - och enklare - ekonomiska överväganden. För att få fysikens och ekonomins lagar att gå hand i hand inom energiområdet krävs sannolikt att dåliga exergiytbyten får någon form av prislapp.

Status

Den 1 juni 1997 tog riksdagen ett beslut om nya riktlinjer för energipolitiken. Målet var att på kort och lång sikt trygga tillgången på el och energi från förnybara energikällor på för omvärlden konkurrenskraftiga villkor. Sverige ska bli ett ekologiskt och ekonomiskt uthålligt samhälle där energin används så effektivt som möjligt med hänsyn till de egna resurserna. Ett första etappmål var att minska den årliga elanvändningen med 4 TWh inom en femårsperiod. Energieffektiv teknik ska främjas. Sedan den 1 januari 1998 lämnas dessutom statligt stöd till kommuner som bedriver kommunal energirådgivning.

I en bilaga till Långtidsutredningen 1999 sägs följande: "Möjliga åtgärder för att minska koldioxidutsläppen är framförallt effektivisering av energianvändningen, men också byte av energislag." Den nationella strategin är att klimatfrågan och de av riksdagen antagna miljömålen (15 stycken) ska utgöra grund för energieffektiviseringsarbetet.

I Sverige utgår i dag energiskatt för el och alla bränslen utom biobränslen och torv. Industrin betalar ingen energiskatt i Sverige. De miljöskatter och avgifter som införts är koldioxidskatt (som belastar alla bränslen utom biobränslen, torv och bränslen för elproduktion) svavelskatt och kväveoxidavgift för anläggningar på minst 25 GWh.

Miljöeffekter

Generering och användning av energi bidrar i hög grad till skador på miljön. Även om Sverige dämpat energisystemens negativa inverkan på miljön genom regleringar, avgifter, skatter och åtgärder för att främja utveckling av miljövänlig teknik återstår mycket att göra. Energieffektivisering är ett säkert sätt att minska energisektorns, och därmed också samhällets, miljöbelastning. Men åtgärderna måste utföras på rätt sätt. Exempelvis kan felaktigt utförda tätningsåtgärder orsaka försämrad luftkvalitet inomhus.

Energisektorns negativa påverkan på miljön kan grovt indelas i tre nivåer:

Lokala miljöproblem

Hit räknas exempelvis nedfall av stoft från kraftproduktion, utsläpp av bilavgaser, smog samt utsläpp av stoft och cancerogena ämnen från värmeverk och småskalig vedeldning med felaktig teknik.

Regionala miljöproblem

Här ingår bland annat försurning av mark och vatten.

Globala problem

Hit räknas påverkan på stratosfärens ozonskikt och förändringar av jordens klimat vilka förorsakats av mänskliga aktiviteter som exempelvis utsläpp av växthusgaser.

Potential

Energi

I en Nutek-rapport från 1995 (Framtida elanvändning - effektiviseringspotentialer) görs bedömningen att Sverige kan effektivisera sin elanvändning med minst 20 TWh fram till år 2020. Men det förutsätter att aktiva effektiviseringsinsatser sätts in. Utan dessa förväntas Sverige få en elanvändning som år 2020 ligger på samma nivå som 1995.

En försiktig uppskattning utifrån nationella erfarenheter av effektiviseringsinsatser samt prognoser om den framtida effektiviseringspotentialen (exempelvis av Klimatdelegationen) antyder att det kan vara möjligt att uppnå en effektivisering av länets totala energianvändning (el, värme och transporter) fram till år 2025 (beräknat utifrån energianvändningen 1998) enligt följande:

Industri	10-20 procent	1 360-2 720 GWh
Hushåll och offentlig verksamhet	10-20 procent	460-920 GWh
Transporter	15-25 procent	465-775 GWh

Förutsatt att det inte sker några markanta ökning, eller minskningar, av de ovan beskrivna verksamheterna (exempelvis via en ökad användning av eldriven teknik inom hushåll och arbetsplatser, eller ökning av industriproduktionen eller transportarbetet) finns det grovt räknat en effektiviseringspotential på totalt cirka 2 300-4 400 GWh i Norrbotten fram till år 2025, jämfört med 1998 års energianvändning. En sådan effektivisering motsvarar värmebehovet (uppvärmning plus tappvarmvatten) i 90 000-180 000 normalstora norrbottensvillor. Under slutet av 90-talet fanns det totalt cirka 66 000 villor i länet. Med en mer genomgripande övergång till energieffektiv teknik och målinriktad energiledning, samt en ökad användning av läggkvalitativ energi, kan Norrbotten troligen effektivisera sin energianvändning ännu mer.

Sysselsättning

Det är svårt att säga hur många arbetstillfällen en ökad satsning på energieffektiviseringar skulle kunna ge i Norrbotten. Allt beror på vilken typ av åtgärder som används, samt var de sätts in. En ökad satsning på energisnåla datorer och annan apparatur innebär exempelvis inte med automatik att sysselsättningen i länet ökar. En medveten satsning på energirådgivning och energieffektivisering i bostadsområden, kommuner, myndigheter, företag och organisationer bör dock kunna skapa ett betydande antal årsarbeten i länet. Det kan skapas ny sysselsättning i form av energirådgivare, tekniker, installatörer och liknande. Eftersom behovet av ytterligare energieffektiviseringar kommer att minska när omställningen pågått en tid är det dock svårt att uttala sig om varaktigheten i dessa jobb.

Allmänt

I den svenska miljöbalkens andra kapitel sägs att den som driver en verksamhet ska hushålla med råvaror och energi.

Energi som inte genereras belastar varken miljön eller plånboken. Därför är en effektivisering (inklusive energisparande) av norrbottningarnas el- och värmeanvändning en viktig förutsättning för en omställning till en långsiktigt hållbar energiförsörjning. Inte minst med tanke på att energianvändningen per capita är dubbelt så hög i Norrbotten som för svensken i snitt.

I en bilaga till Konjunkturinstitutets långtidsutredning 1999 beskrivs arbetet med att minska utsläppen av växthusgaser som en av de största utmaningarna på miljöområdet under de kommande decennierna. Där lyfts energieffektivisering fram som en viktig åtgärd för att minska de nationella koldioxidutsläppen.

Den norrbottniska industrin stod 1998 för nära två tredjedelar, eller cirka 60 procent, av länets energianvändning. Av den övriga energianvändningen stod hushåll och offentlig verksamhet för 20 procent medan transporterna noterades för 14 procent. Inom samtliga sektorer finns det utrymme för effektiviseringsåtgärder.

1998 använde norrbottningarna nästan dubbelt så mycket el per person som riksgenomsnittet. Även den genomsnittliga användningen av fossila bränslen per capita var högre i Norrbotten än i riket som helhet. Fjärrvärmenäten är förhållandevis väl utbyggda i länets tätorter och 1998 låg fjärrvärmeleveranserna per capita drygt tio procent över riksgenomsnittet.

Låga energipriser

De höga användningssiffrorna i länet kan till en del förklaras med förekomsten av tunga och energikrävande industrier, stora transportavstånd och kallt klimat. Men de hänger också samman med det faktum att norrbottningarna, liksom övriga svenskar, är bortskämda med låga energipriser. Har inte oljan varit billig (vilket var fallet fram till oljekrisen på 70-talet) så har elektriciteten varit det. Och många som eldar med ved eller flis har vant sig vid att betrakta råvaran som närapå kostnadsfri. Därför har det inte ansetts meningsfullt att satsa ordentligt på energieffektivitet inom boende och yrkesliv. Kostnaden för att slösa med energi har inte ansetts vara tillräckligt hög.

De låga svenska elpriserna har bland annat fått till följd att företag i Sverige inte är lika eleffektiva som många företag utomlands. Och frågan är vad som händer med de elintensiva företagen i Sverige och Norrbotten den dag vi som en del i harmoniseringen inom EU tvingas betala ett elpris som ligger i nivå med de övriga EU-ländernas.

Det finns betydande effektiviseringspotentialer på el- och värmesidan i Norrbotten. Såväl inom hushåll som företag. Tyvärr har energikostnaderna länge betraktats som något nödvändigt ont - något som det inte går att göra så mycket åt. Att energikostnaderna tidigare ofta inte utgjort någon dominerande post i företagens budgetar kan ha bidragit till det allmänna ointresset för energieffektiviseringar. Andra åtgärder har haft högre prioritet i den allmänna kostnadsjakten. Många fastighetsägare och företagare har troligen nöjt sig med en slentrianmässig uppräknings av fjolårets energikostnader när den nya energibudgeten ska läggas och därmed accepterat en utveckling där energianvändningen tillätits öka år från år. Endast ett fåtal har tänkt på att energianvändningen och därmed också energikostnaderna skulle ha kunnat minskas avsevärt med hjälp av energisnål teknik och sparande.

Efter att övriga utgiftsposter setts över har dock intresset för energieffektiviseringar ökat. Den av regering och riksdag beslutade energiomställningen 1997 har givetvis också haft betydelse. Liksom det ökade medvetandet internationellt och nationellt om att det finns en stark koppling mellan frågan om hur vi använder energin och flera av de livsavgörande miljö-, hälso- och säkerhetsfrågorna. Effektivisering betraktas i dag som det absolut snabbaste sättet att miljöanpassa energisystemet.

I en rapport till Klimatkommittén från hösten 1999 ges följande framtidsbild:

"På lång sikt leder kraftigt höjda energipriser till att energibesparande åtgärder såsom tilläggsisolering, installation av tre- och fyrglasfönster och värmepumpar blir lönsamma och vidtas i större omfattning. Även hushållsmedlemmarnas vanor, t ex i form av inomhustemperatur och duschvanor påverkas när priserna stiger."

Det finns tusentals olika åtgärder som kan bidra till en effektivare energianvändning inom industrin. Det kan vara allt från enkla åtgärder som att släcka onödig belysning till investeringar i stora system för energiåtervinning. Innan något görs är det dock viktigt att veta hur energin verkligen används. Den kunskapen erhålls vanligen genom mätningar i syfte att ta reda på vad som händer i respektive anläggning minut för minut.

Lönsamma åtgärder

De enklaste och mest lönsamma åtgärderna är att stänga av befintlig utrustning som är i drift i onödan. Arbetet ligger i att spåra upp den. Ett sätt kan vara att besöka anläggningen vid tidpunkter när ingen eller endast en liten verksamhet är igång.

Exempel på kritiska frågor som då bör ställas är:

- Varför ventileras lokalerna?
- Varför går kompressorerna?
- Varför pyser det om tryckluftsnätet?
- Varför går hydraulaggregaten?
- Varför går kylvattenpumparna?
- Varför är inte fönster och dörrar ordentligt stängda?
- Varför är belysningen tänd?

Övriga åtgärder av intresse när det gäller befintlig utrustning är exempelvis:

- Ändra inställningar i reglerutrustningar
- Ändra beteenden hos personalen
- Utbilda personalen så att den kan upptäcka onödiga energiförbrukare
- Fördela produktionen mellan dag och natt för att bättre utnyttja de lägre elpriserna nattetid
- Införa mätare som möjliggör korrekta interndebiteringar och uppföljningar

En annan typ av åtgärd är inköp av nya och energieffektiva

komponenter. Genom att använda så kallade LCC-kalkyler (LCC betyder Life Cycle Cost = livscykelkostnad) inför investeringar i ny utrustning kan företag, kommuner och fastighetsägare välja den utrustning som ger den lägsta totala kostnaden under komponentens hela livslängd. I dag baseras tyvärr många inköp på lägsta inköpspris utan hänsyn till drift- och underhållskostnader. Eftersom investeringskostnaden ibland bara utgör en mindre andel av den totala livscykelkostnaden (för exempelvis pumpar handlar det bara om några få procent medan energikostnaden står för hela 90-95 procent) innebär det att många riskerar att dra på sig onödiga kostnader i framtiden.

Inom den tyngre industrin bestäms energiförbrukningen i stor utsträckning av de processer som används. När processutrustningen ska förnyas är det ofta möjligt att åstadkomma stora sänkningar av energiförbrukningen. I det läget är det oerhört viktigt för företaget att ha så goda energikunskaper att det är möjligt att ställa de rätta energikraven på den nya utrustningen i ett så tidigt skede av projekteringsarbetet som möjligt.

Många norrbottniska företag bör med relativt enkla medel kunna minska sin energianvändning med 15-30 procent. Företag som är villiga att byta energisystem kan i vissa fall spara ännu mer. Exempel från övriga landet visar att ett aktivt arbete för att minska energianvändningen inom offentlig verksamhet kan leda till energibesparingar på 20-30 procent.

I dag är det möjligt att bygga småhus som kapar energinotan med två tredjedelar, från dagens normala årsanvändning på 25 000-30 000 kWh (kilowattimmar) för en normalvilla på 100 kvadratmeter ner mot 10 000 kWh. Det finns också ett stort utrymme för effektiviseringar i det befintliga bostadsbeståndet. I vissa fall handlar det om energismarta investeringar. I andra fall om små förändringar av levnadsvanorna.

Transporter

Ett annat område som rymmer en stor potential för energieffektiviseringar är transporterna. Där handlar det bland annat om att:

- skapa energieffektiva transportsystem
- minska behovet av transporter
- öka samverkan mellan olika trafikslag
- satsa på bränslesnåla och energieffektiva motorer

Dagens transportsektor är inte långsiktigt hållbar. Den baseras till nästan 100 procent på bensin och diesel – ändliga naturresurser som vid förbränning orsakar skador på människor och miljöer. Transportsektorns andel av Sveriges totala koldioxidutsläpp är cirka 40 procent. Dess krav på infrastruktur (vägar, hamnar, flygplatser, garage, parkeringsplatser med mera) påverkar såväl landskapsbilden som miljön.

Mycket av det transportarbete som utförs i dag skulle kunna genomföras med betydligt lägre energiinsatser. Det effektivaste sättet att minska transportsektorns energianvändning är att minimera transportbehovet. En annan möjlighet är att välja det för ändamålet mest energieffektiva transportsättet (överföring av transporter från flyg till tåg, ökat kollektivt trafikutnyttjande och mer gång- och cykeltransporter). Det går även att minska energianvändningen genom att sänka hastigheten, ändra förarbeteendet (kan öka energieffektiviteten med 12-15 procent) samt förbättra fordonsunderhåll, logistik och planering av transporter.

Intressanta insatsområden i den offentliga trafikplaneringen är:

- Gatubelysning – nya system kan reducera energianvändningen med 20-40 procent.
- Trafiksignaler – med ny och energieffektiv teknik kan underhållskostnaderna reduceras med 75 procent.
- Motorvärmare – automatiska tidur som känner av utomhustemperaturen sparar både energi och pengar.
- Infrastrukturer för alternativa drivmedel – laddningsstationer för elbilar, produktions-, distributions- och tankningssystem för biogas och motoralkoholer (exempelvis etanol).
- Garage och terminalbyggnader – översyn av belysning, byggnadsteknik, VVS, garageportar och fläktar.

Kommunal planering

En förutseende kommunal planering kan medverka till ett minskat totalt transportarbete och en förbättrad miljö. En sådan utveckling förutsätter att kommunerna integrerar sin bebyggelse- och trafikplanering med Agenda 21 och det övergripande miljöarbetet. Flera studier visar exempelvis att etablering av nya köpcentrum i städernas utkanter leder till att transportarbetet för inköp av dagligvaror ökar 3-13 gånger.

För att möta utvecklingen av växande köpcentrum utanför städerna bör kommunerna försöka skapa intressanta och attraktiva stadscentrum.

Norrbottens län är det mest biltäta per capita i landet. Persontrafiken inom länet sker till drygt 90 procent med personbil. Den genomsnittliga körsträckan i länet var 1996 cirka 1.600 mil, vilket är cirka 100 mil längre än riksgenomsnittet. Den tunga lastbilstrafiken i Norrbotten är omfattande. Den långväga lastbilstrafiken står visserligen bara för cirka 10 procent av de totala lastbilstransporterna i länet, i ton räknat. Men den genererar 70 procent av det totala transportarbetet.

Utmaningen för Norrbotten, som inte har samma förutsättningar för kollektiva transportlösningar som de mer tätbefolkade regionerna i Sverige, ligger i att skapa ett energieffektivt transport- och service-system som även tillgodoser glesbygdsbornas behov av livsmedel, bränslen, apotekstjänster, bank- och postservice med mera inom närområdet. En utveckling av små bemannade "allservicecentraler" i byarna kombinerat med ett optimalt utnyttjande av samlastning och välfyllda returtransporter inom godshanteringen skulle kunna ses som viktiga steg för ökad energieffektivitet inom länets transportsektor.

Under 2000 startade Norrbottens energikontor ett samarbetsprojekt om energieffektiva transporter i små och medelstora städer med Luleå kommun och två EU-partners i Frankrike och Tyskland.

Kunskap, mål och medel

För ett lyckosamt energieffektiviseringsarbete krävs kunskap, mål och medel. Kunskap om att energianvändningens miljöpåverkan är många gånger större än miljöpåverkan från de utsläpp som går ut genom företagens skorstenar och avlopp, samt att det med hushållning och modern teknik går att värna om såväl miljön som ekonomin. Mål som tar sikte på framtiden och är förankrade bland samtliga berörda. Medel att se till så att arbetet får hög prioritet samt att nödvändiga strategier och organisationer skapas.

Det behövs en ny infallsvinkel som kan bryta de kulturella hinder som hittills bromsat en målinriktad satsning på energieffektivisering. Det behövs fasta organisationer med ansvar, befogenheter och rutiner för att driva på effektiviseringsarbetet. Huvudansvaret bör ligga hos den högsta ledningen. Arbetet bör omfatta alla nivåer. Energieffektivisering bör ses som ett aktivt verktyg i miljö- och utvecklingsarbetet.

Resursanvändningen (och därmed också energianvändningen) utgör

en viktig del i de miljöledningssystem (ISO 14001 och/eller EMAS) som i dag finns på marknaden. Ett certifierat eller registrerat miljöledningssystem innebär dock ingen garanti för en effektiv energianvändning. Andra miljöfrågor kan ges högre prioritet i det interna arbetet. Därför har det tagits fram speciella system för energiledning, skapade för att drivas tillsammans med etablerade miljöledningssystem.

Med energiledning menas att aktivt styra en verksamhets energianvändning för att säkra att energin utnyttjas effektivt genom kartläggning av den egna energianvändningen, framtagande av energipolicy, energimål, handlingsplaner samt uppföljnings- och underhållsrutiner, utbildning av nyckelpersoner och så vidare. En viktig uppgift är att skapa fasta rutiner för energieffektiva inköp.

Anvisningar för upphandling

Sveriges verkstadsindustrier har med stöd från Energimyndigheten tagit fram anvisningar för upphandling av energikrävande utrustningar och maskiner inom industrier och kommuner. Materialet är en omarbetning och revidering av det tidigare ENEU 94-materialet.

Målet är att åstadkomma:

- kloka energinvesteringar
- minskade drift- och produktionskostnader
- minskad miljöbelastning
- stärkt miljöprofil

Anvisningarna ska kunna användas vid planering, projektering och upphandling av såväl byggnadsanknuten som produktionsanknuten utrustning vid ny- och ombyggnad. I en fullständig LCC-kalkyl ingår förutom investerings- och energikostnader även underhålls- och miljökostnader.

Energimyndigheten är en viktig nationell instans med uppgift att driva på effektiviseringsarbetet. Satsningen på kommunal energirådgivning, liksom arbetet med aktuella kommunala energiplaner med tillhörande miljöanalyser, kan få stor betydelse för resultatet på lokal nivå.

EU ställer upp med en rad miljö- och energiprogram ur vilka det går att söka pengar för olika typer av effektiviseringsinsatser. Satsningen på regionala energikontor kan ses som EU:s strategi för att försäkra sig om att resurserna kommer regionerna till del. Norrbottens energikontor (NENET) i Boden är ett sådant energikontor.

Norrbottnens energikontor är ett oberoende regionalt organ med nätverk och kontakter inom hela energiområdet. En av huvuduppgifterna är att i samarbete med övriga energiaktörer öka energieffektiviseringen i Norrbotten.

Exempel på enkla och kostnadsfria åtgärder som kan effektivisera energianvändningen i hushåll och företag i Norrbotten.

Sänkning av inomhustemperaturen

Varje grads sänkning påverkar energianvändningen med cirka fem procent.

Kortare vädringsperioder

Det räcker med 5-10 minuters vädring för att byta all luft i ett rum.

Ändrade dusch- och badvanor

Den som duschar istället för att bada minskar sin energianvändningen med cirka 3,5 kWh per gång. En dusch på 15 minuter förbrukar 4,5 kWh mer energi än en dusch på fem minuter.

Ändrade disk- och tvättvanor

Det går att spara energi vid diskning genom att undvika handdiskning under rinnande vatten, alltid diska utrymmeskrävande disk för hand i balja samt fylla diskmaskinen så mycket det går och använda kortast möjliga diskprogram. Halvfulla och överdimensionerade tvättmaskiner slösar med el. Torkningen är det moment som kräver mest elenergi. Allra bäst är att torka tvätten på tvättlina eller liknande. Sämst är att använda eluppvärmda torkskåp.

Översyn av belysningsrutiner

Det är onödigt att ha tändt i rum där ingen befinner sig. Smutsiga lampor kan stänga inne 30 procent av ljuset.

Strypning av strömtillförseln till apparater som inte används

Det finns apparater som drar ström även när de är avstängda. Denna typ av energianvändning kallas för stand by- eller tomgångseffekt och kan svara för tio procent av elanvändningen.

Egenkontroll

Det finns energi och pengar att spara för den som är villig att ägna en del av den egna tiden åt egenkontroll av energianvändningen och aktiv lokalisering av energislukare.

Via energibudgetar, checklistor och skötselplaner kan fastighetsägare och företagare skapa verkningfulla rutiner för avläsning av vatten-, el- och bränsleförbrukning samt skötsel av energisystem.

Långsiktiga kalkyler

Vanliga pay off-kalkyler leder ofta till en grov underskattning av energieffektivitetsvärdet hos utrustningar med lång livslängd. I en livscykelkostnads kalkyl (Life Cycle Cost, LCC) ser man till värdet av energibesparingen under en komponents eller ett systems hela livslängd. Det är mycket betydelsefullt för pumpar och liknande vars energikostnader kan uppgå till 90 procent av den totala livscykelkostnaden medan inköpspriset bara utgör några få procent.

Effektiv energiförsörjning

Oavsett system finns det alltid möjlighet till effektivisering av energiförsörjningen. Åtgärderna kan omfatta allt från hantering och val av energislag till service, trimning, förändring och skötsel av el- och värmesystem.

Kontinuerlig skötsel av kyl och frys

Det går att spara el genom att frosta av minst en gång per halvår, hålla rent bakom skåpen, kontrollera temperaturer samt tillse att luft kan cirkulera runt skåpen.

Ändrade matvanor

Spisen drar mycket ström. Mikrovågsugn, kaffebryggare och vattenkokare är nästan alltid energisnålare. Matlagning ovanpå spisen drar alltid mindre el än matlagning i ugn. Genom att välja traktens mat, samt livsmedel som inte har onödigt utrymmeskrävande förpackningar, går det att minska behovet av energikrävande transporter. Eftersom många av oss äter mer protein än kroppen behöver är det möjligt att minska matens energinota genom att äta vegetariskt då och då.

Användning av sparfunktioner

Många datorer har sparfunktioner. Detsamma gäller för bildskärmar, kopieringsmaskiner och liknande.

Översyn av bilåkandet

Att köra egen bil förbrukar mycket energi. Tåg och buss är mycket energieffektiva på längre sträckor. Cykel är ett bra alternativ på kortare sträckor. För den som måste åka bil dagligen kan samåkning vara ett alternativ. Behövs bilen bara ibland kan bilkooperativ vara en lösning.

Tidsreglerad användning av motor- och kupevärmare

Med tidur sparas mycket el. En kupevärmare på 1 000 watt (W) som står påslagen varje natt drar cirka 360 kilowattimmar (kWh) i månaden. Rekommenderade inkopplingstider:

-15 grader Celsius – cirka 1,5 timme, 0 grader Celsius – cirka 1 timme.

Klok möblering

Möblering nära radiatorer hindrar värme från att nå övriga rummet.

Exempel på investeringar som kan effektivisera energianvändningen i hushåll och företag i Norrbotten.

Tätning och isolering

Tätning av fönster och dörrar med tätningslist är en billig och lönsam energisparåtgärd. Det är dock viktigt att kontrollera att ventilationen inte försämras av åtgärden. Det material som rekommenderas är silikon eller så kallat EPDM-gummi. Utvändigt isolering av fasaden är kostsamt och bör helst sammanfalla med en mer omfattande fasadrenovering. Det är dock ofta lönsamt att tilläggsisolera vindbjälklaget. Rekommendationen är att isoleringsskiktet bör vara en halvmeter.

Byte av fönster

En vanlig villa med äldre tvåglasfönster förlorar 40 kilowattimmar värme per dygn via fönstren. Kostnaden för detta är omkring 25-30 kronor. Med marknadens energieffektivaste fönster kan den

kostnaden sänkas till en tia. Det går även att sätta in ytterligare en ruta i den gamla fönsterbågen eller att byta ut en av rutorna till ett energiglas belagt med metalloxid som motverkar värmeutstrålning. För samtliga åtgärder gäller att de är mest lönsamma när det ändå är dags att renovera eller byta ut äldre fönster.

Översyn av vitvaror

En familj på fyra personer som bor i ett småhus gör av med drygt 5 000 kilowattimmar (kWh) hushållsel per år. Vitvarorna; kyl, frys, sval, diskmaskin, spis, tvätt- och eventuell torkmaskin, står för ungefär 3 000 kilowattimmar. Det lönar sig sällan att byta vitvaror som fungerar. Men när man ändå ska byta bör man välja energieffektiv utrustning. Rekommendationen är att välja A- och B-klassade apparater. Det går att kontrollera om kylan och frysen är täta genom att sticka in en pappersbit i dörrspringan. Faller pappersbiten ner när dörren är stängd är skåpet inte tätt. I kollektiva tvättstugor kan ett byte till el- och vattensnåla tvättmaskiner och torktumlare leda till en besparing på drygt 50 procent. I pengar betyder det att man vid tio tvättar per dag kan spara över 10 000 kronor per år.

Installation av moderna reglersystem

Sköts värmeregleringen manuellt eller med omoderna reglersystem går det att spara upp till 15 procent av värmekostnaderna genom att byta till ett modernt system som anpassar värmeförseln till utomhustemperaturen. En jämn och stabil temperatur gör det möjligt att sänka medeltemperaturen inomhus samtidigt som komforten och trivseln ökar. Moderna styr- och reglersystem kan programmeras efter önskemål om nattsänkning, dagsänkning, särskild helgtemperatur och "sparlåga" vid längre tids frånvaro.

Installation av effektvakt

Installation av en effektvakt gör det möjligt för en fastighetsägare att sänka sitt effektabonnemang. Effektvakten ser till så att säkringen inte går kalla dagar samt att exempelvis spis och varmvatten inte värms samtidigt.

Användning av ny teknik och IT

Med hjälp av ny teknik, IT och interaktiva styrsystem kan ett flerbostadshus eller en företagsfastighet förvaltas mer effektivt än tidigare. Kommunikationen mellan olika lägenheter/lokaler kan förbättras radikalt. Det kan handla om informationsspridning eller intrimning av värmesystem. Störningar kan observeras direkt och sedan åtgärdas via fastighetsskötarens datorterminal. Inne i rummen kan apparater göras "intelligenta" via datorchips.

Byte av kontorsutrustning

USA:s miljöskyddsmyndighet EPA (Environmental Protection Agency) är en av flera instanser som driver på utvecklingen för energisnåla datorutrustningar. Datorer och bildskärmar som drar mindre än 30 Watt (W) i lågförbrukningsläge får bära EPA:s Energy Star-märke. Äldre kontorsutrustning drar mycket ström. I omoderna kontorslokaler kan dessutom belysningen vara strömkrävande. Jämförelser mellan typiska 80-talskontor och moderna och eleffektiva kontor, där man utnyttjar energieffektiv belysning samt Energy Star- och Svanenmärkt kontorsutrustning, visar att det är möjligt att spara in över 50 procent av den totala årskostnaden för el. Går man ett steg längre och utnyttjar möjligheten att skapa flexibla kontor där brukaren bara utnyttjar sin arbetsplats någon timma per dag är det möjligt att halvera elkostnaden ytterligare en gång.

Byte till lågenergilampor

Belysningen står för drygt 15 procent av hushållsnotan för el. Lågenergilampor drar bara 20 procent av den energi glödlampor förbrukar med motsvarande ljusstyrka. Dessutom håller de 8-10 gånger längre än vad glödlampor gör. Lågenergilampan gör allra mest nytta där man har tänt mycket, exempelvis som utomhusbelysning eller på ställen där det är svårt att komma åt att byta lampa. Mätresultat visar på en total energibesparing på belysningsvidan på drygt 40 procent i kontor, skolor, sjukhus, hotell och industrialanläggningar som väljer ny och förbättrad belysningsteknik framför den avbländande lysrörsarmatur med högfrekventdrift som installerades före 1995. Jämfört med gamla belysningssystem med konventionella driftdon handlar det om en besparingspotential på hela 70 procent. Exempel i flerbostadshus visar att det går att kapa elnotan avsevärt genom att byta till energieffektiv belysning och förkorta brinntiden i gemensamma utrymmen.

Åtgärder för att minska varmvattenförbrukningen

Cirka en femtedel av villans energianvändning går till varmvatten. Många varmvattenberedare är dåligt isolerade. Värdet av detta värmeläckage kan uppgå till närmare 1 000 kronor per år. Med effektiva blandare samt snålspolande kranar och munstycken i kök, badrum och dusch sparas såväl vatten som energi. Den som har vattenburet system rekommenderas att stänga av cirkulationspumpen sommartid (kör dock igång den någon gång i månaden så att den inte börjar kärva). På det viset går det att spara flera hundra kronor per år. Att tätta droppande kranar och munstycken är ett enkelt och effektivt sätt att spara vatten och energi.

Konvertering från direkt eluppvärmning till värmepump eller biobränsleeldat, vattenburet system

Helst ska distributionen av värme ske i lågtempererade värmeförsörjningssystem, exempelvis golvärme. Det ökar såväl effektiviteten som flexibiliteten i den framtida värmeförsörjningen.

Installation av varmvattenackumulator

Det kan öka effektiviteten och flexibiliteten (exempelvis för anslutning av solvärme) i vattenburna värmeförsörjningssystem. Åtgärden kan även användas för att sänka effektbehovet i fjärrvärmesystem.

Källor

Ekoeffektivitet och sysselsättningen - Kan effektivare användning av resurser ge bättre miljö och nya jobb? (1999) Ett samarbete mellan LO och naturskyddsföreningen. GEFO.

Energieffektivisering i industrin (EMIL 1 och 2) (2000).
Energimyndigheten. Naturvårdsverket.

Energiläget 1998. Energimyndigheten.

Energiläget i Norrbotten (2000). Norrbottens energikontor

Energiläget år 2050 (1998). Klimatdelegationen. Naturvårdsverket.

Enkla sätt att spara energi - och lite svårare. Råd & Rön.
Konsumentverket.

Framtida elanvändning - effektiviseringspotentialer (1995). Nutek.

Halvera elnotan i flerbostadshus (1999). Energimyndigheten.

Halvera elnotan i småhuset (1999). Energimyndigheten.

Hållbar energiframtid? - Långsiktiga miljömål med systemlösningar för el och värme (1998). Slutrapport från SAME-projektet.
Naturvårdsverkets förlag.

Infrastruktur för 2000-talet - sammanfattning av Länsplan för infrastrukturinvesteringar i Norrbottens län 1998-2007 (1998).
Länsstyrelsen i Norrbottens län.

Miljöanpassad energieffektiv lokal transport (1999). Energimyndigheten.

Miljö och ekonomi - scenarier fram till år 2001 (1999). Bilaga 2 till
Långtidsutredningen 1999. Konjunkturinstitutet. Finansdepartementet.

Minska energikostnaderna i ditt hus (2000). Energimyndigheten.

Scenarier över energisystemets koldioxidutsläpp år 2010 (1999).
Klimatkommittén. Energimyndigheten.

Värme i småhus (1998). Konsumentverket.



20L





Flytande bränslen

(från skogsråvara, rörflen eller torv)

Ansvarig

Björn Kjellström, Luleå tekniska universitet

Nuvarande energiproduktion

För närvarande produceras inte flytande bränslen från biobränslen i Norrbotten.

Energipotential

Hela skillnaden mellan nuvarande utnyttjande av trädbränslen i Norrbotten och den uppskattade, framtida potentialen för ett uthålligt och ekonomiskt möjligt utnyttjande, det vill säga cirka 2 - 4 TWh bränsle* per år, skulle kunna användas för produktion av flytande biobränsle i form av etanol, metanol, syntetisk bensin eller pyrolysolja.

Sysselsättningseffekt

Vid fullt utnyttjande av den uppskattade energipotentialen skulle 700 - 1 200 årsarbetare kunna vara direkt sysselsatta med utvinning, transporter och förädling av flytande biobränslen.

**Begreppet bränsle kan innefatta produktion av värme, el och transportarbete (drivmedel). Energiutbytet avgörs av verkningsgraden i respektive produktionsanläggning.*

Tillgång

Majoriteten av kommunerna i Norrland har ett potentiellt biobränsleöverskott. För Norrbotten kan skillnaden mellan den i dag möjliga uthålliga och ekonomiskt utnyttjningsbara produktionen av biobränslen och den nuvarande användningen uppskattas till omkring 2 - 4 TWh per år (uträknat utifrån den uppskattade framtida trädbränslepotentialen i Norrbotten, vilket innebär att potentialerna för rörflen och torv ej är inräknade). Biobränslen används för närvarande i massaindustrier, sågverk, fjärrvärmecentraler samt för uppvärmning av enskilda bostäder. Det finns troligen en gräns för hur stor andel av den nuvarande användningen av eldningsolja som kan ersättas med biobränslen. Skälet är att lagring och hantering av biobränslen är mer utrymmeskrävande än lagring och hantering av eldningsolja. I vissa anläggningar är det därför förenat med stora praktiska svårigheter att byta till biobränsle.

Det är av nationellt och internationellt intresse att ett län som Norrbotten utnyttjar en så stor andel av sin potential för produktion av biobränslen som möjligt. Detta för att Sverige ska kunna leva upp till sina utfästelser om minskade utsläpp av växthusgaser från förbränning av fossila bränslen. En möjlighet är att använda överskottet till att producera förädlad torrt biobränsle, till exempel träpellets. Så sker exempelvis redan i pelletsfabriken i Luleå vilken arbetar med sågspån som råvara. Pelletsfabriken i Luleå skickar i dag majoriteten av den pellets som tillverkas till södra Sverige. En annan möjlighet är att producera flytande bränsle i någon form. Det skulle öppna nya marknader för biobränslen samtidigt som det skulle skapas nya biobränsleprodukter med högre marknadsvärde.

Användning

Under 2000 produceras det nästan inga flytande bränslen ur skogsråvara i Sverige. Det enda som producerades var små kvantiteter tallolja (biprodukt från skogsindustrin) samt de cirka 10 000 ton etanol som årligen produceras vid Domsjö-fabriken i Örnsköldsvik.

Teknik

Flera processer för produktion av flytande bränslen från skogsråvara, rörflen eller torv är tänkbara för Norrbottens del. Men det är inte självklart vilken eller vilka processer som har bäst förutsättningar för lönsamhet utifrån länets förhållanden. De processer som kan producera

drivmedel för fordon, antingen i form av alkohol eller i form av syntetisk bensin och dieselolja, kräver stora anläggningar, med ett årligt råvaruintag på 100 000 ton torrsbstans eller mer för att inte ge allt för höga produktionskostnader.

Det förefaller svårt att finna förläggingsplatser inom länets gränser som har användning för de spillvärmemängder som anläggningar av den storleken ger upphov till. Både Luleå och Piteå är ju redan till större delen uppvärmda med spillenergi från lokala industrier. Tas inte spillvärmerna från processen tillvara skapas en situation med energislöseri och försämrad ekonomi. Det är ett av skälen till att pyrolysisprocessen, vilken ger en produkt som kan ersätta eldningsolja, är intressant för Norrbottens del. Mycket tyder på att denna process kan uppnå en rimlig produktionskostnad redan i anläggningar vars råvaruintag ligger på cirka 30 000 ton per år.

Det finns tre lämpliga användningsområden för flytande bränslen framställda av biobränslen. Dessa är:

- Ersättning för drivmedel (bensin och dieselolja).
- Ersättning för eldningsolja i pannor som inte kan konverteras till fastbränsleledning av tekniska skäl, eller är så belägna att fasta bränslen inte kan lagras eller hanteras.
- Specialbränsle för gasturbiner eller dieselmotorer i kraftvärmeanläggningar.

Intressant för Norrbotten

Mycket talar för att pyrolysisprocessen kan vara den mest intressanta processen för framställning av en eldningsoljeersättning i Norrbotten. En förstudie har gjorts för en anläggning lokaliserad till Överkalix. Råvaruintaget skulle vara 36 000 ton torrsbstans per år. För en råvarukostnad på mellan 70 och 100 kronor per MWh beräknas produktionskostnaden bli 270 - 330 kronor per MWh. Det kan jämföras med försäljningspriset för eldningsolja till värmecentraler som i slutet av 1999, inklusive energiskatter men exklusive mervärdesskatt, låg på cirka 350 kronor per MWh. Det innebär att pyrolysoljan skulle kunna vara ett attraktivt alternativ för vissa användare även om det krävs vissa investeringar i ett nytt bränslesystem.

En möjlighet som inte tycks ha beaktats är att använda den gas som erhålls vid en framtida förgasning av svartlut med syre. Gasen kan

antingen användas för metanolsyntes eller för Fischer-Tropsch-syntes. Svartlutsförgasningsprocessen är fortfarande under utveckling men man hoppas kunna utnyttja gasen som gasturbinbränsle. Det skulle innebära en betydlig ökning av massaindustiernas elproduktion. Alternativet, det vill säga att använda gasen för att framställa drivmedel, kan dock visa sig vara ännu mer lönsamt. Detta alternativ ska utredas i ett samarbetsprojekt mellan Luleå tekniska universitet och Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, i Umeå.

En mindre pilotanläggning för svartlutsförgasning ska förläggas på Energitekniskt centrum, ETC, i Piteå. Möjligheterna att utveckla en lönsam process för samtidig produktion av drivmedel, värme, elenergi och förädlat fast bränsle studeras för närvarande i samarbetsprojektet "Energicentrum Norr", i vilket bland andra Luleå energi och Pite energi medverkar. Det förs en diskussion om möjligheten att förlägga en första pilotanläggning till Örnsköldsvik.

Processer som kan användas för produktion av flytande bränslen i Norrbotten samt de produkter som erhålls och dessa produkters användningsområden

Process	Produkt	Användningsområde	Kommentar
Hydrolys Jäsning Destillation	Etanol	Drivmedel Ersätter bensin och dieselolja	Fast bränsle som restprodukt
Förgasning Metanolsyntes	Metanol	Drivmedel Ersätter bensin och dieselolja	
Förgasning Fischer-Tropsch syntes Hydrokrackning	Syntetisk bensin	Drivmedel Ersätter bensin och dieselolja	
Snabb pyrolys	Pyrolysolja	Pannbränsle eller specialbränsle för gasturbiner och dieslar. Ersätter eldningsolja.	Produkten kan ev. vidareförädlas till drivmedel

Hydrolys

Behandling med syra för att bryta ner cellulosa och hemi-cellulosa i ved till sockerarter som jästsvampar sedan kan omvandla till etanol.

Jäsning

Omvandling av socker i vattenlösning till alkoholer.

Destillation

Alkohol och vatten separeras genom att alkoholerna kokas av vid en temperatur som understiger vattnets kokpunkt för att sedan återföras till flytande form igen via kylning.

Förgasning

Via ofullständig förbränning med luft eller syrgas omvandlas ved till en gasblandning bestående av vätgas, kolmonoxid, koldioxid och vattenånga.

Metanolsyntes

Vätgas och kolmonoxid i lämpliga proportioner reagerar katalytiskt under tryck för att bilda metanol.

Fischer-Tropsch syntes

Vätgas och kolmonoxid i lämpliga proportioner reagerar katalytiskt under tryck för att bilda syntetiska kolväten.

Hydrokrackning

Upparbetning av tunga kolväten till lättare kolväten av bensinkvalitet.

Snabb pyrolys

Snabb uppvärmning utan lufttillträde i syfte att omvandla ved till gas och koksrest. Vid kylning av gasdelen övergår en del till vätskeform, så kallad pyrolysolja. Övrig gas och koksrest utnyttjas till stor del som bränsle för att driva processen.

Ungefärliga processprestanda för de för Norrbottens del intressantaste processerna

	Hydrolys Jäsning Destillation	Förgasning Metanolsyntes	Förgasning Fischer-Tropsch syntes Hydrokrackning	Snabb pyrolys
Produkt	Etanol	Metanol	Syntetisk bensin och dieselolja	Tjälriknande vätska
Användnings- område	Drivmedel för fordon	Drivmedel för fordon	Drivmedel för fordon	Pannbränsle Gasturbin- eller dieselmotorer
Förändringar hos användare	Anpassade motorer	Anpassade motorer	Behövs ej	Anpassat bränslesystem och anpassade brännare
Energiutbyte av flytande bränsle	25 - 35 %	45 - 55%	40 - 45%	65 - 75%
Användbar restenergi	Spillvärme Fast bränsle (lignin)	Spillvärme	Spillvärme	Spillvärme
Minsta ekonomisk storlek (råvaruintag /år)	ca 100 000 ton torrsbstans	ca 100 000 ton torrsbstans	Troligen mer än 100 000 ton torrsbstans	ca 30 000 ton torrsbstans

Uppgifterna om minsta ekonomiska anläggningsstorlek bör betraktas som relativa eftersom minsta ekonomisk storlek är beroende av oljepriset. För samtliga processer gäller att omvandlingskostnaden minskar när kapaciteten ökas. De hänger främst samman med att investeringen per ton produktionskapacitet blir mindre för en stor än en liten anläggning. Totalekonomin är även beroende av transportkostnaderna för råvarorna och möjligheterna att få avsättning lokalt för den spillvärme som produceras. Om spillvärmen och energin i de fasta restprodukterna kan utnyttjas är totalverkningsgraden för samtliga processer cirka 85 procent.

För information om kraftvärme: Se kapitlet om trädbränslen

Status

Det viktigaste skälet till att kommersiell produktion av flytande bränslen från skogsråvara, rörflen eller torv inte förekommer i Sverige är att lönsamheten är osäker. Med dagens råvarupriser, importpriser på petroleumbänslen och skatter kommer produktionen av allt att döma att gå med förlust. För lönsamhet krävs antingen att oljepriserna ökar eller att skatterna på fossila bränslen höjs. Att investera i en anläggning för produktion av flytande bränslen enligt ovan innebär därför ett stort ekonomiskt risktagande. När lönsamheten är beroende av politiska beslut om skatter är det extra svårt att bedöma den framtida utvecklingen.

Ett annat problem utgörs av det faktum att det saknas erfarenheter från produktion i kommersiell skala. Det medför att byggandet av de första fullstora produktionsanläggningarna är förenat med tekniska och ekonomiska risker. Därför är det sannolikt att man inledningsvis väljer att bygga pilotanläggningar vilka kan ge ytterligare erfarenheter om hur processen bör utformas för att ge en så bra produktionsekonomi som möjligt. Ur ett norrbottniskt perspektiv är det angeläget att arbeta för att åtminstone några av dessa pilotanläggningar placeras i länet.

För att kommunernas biobränsleöverskott skall kunna utnyttjas till att producera flytande bränslen i Norrbotten utan ytterligare dröjsmål krävs sannolikt någon form av statliga initiativ. Förslagsvis i form av en långsiktig satsning för att ersätta petroleumbänslen med flytande bränslen från inhemsk råvara. En sådan satsning skulle ge nya varaktiga arbetstillfällen och bidra till att minska utsläppen av koldioxid från det svenska energisystemet.

Miljöeffekter

Vid en bedömning av miljökonsekvenserna från en satsning på produktion av flytande bränslen ur fasta biobränslen är det nödvändigt att definiera alternativen. Om det fasta biobränslet kan användas direkt för oljeersättning i större pannor, till exempel fjärrvärmepannor, bör jämförelsen bygga på de utsläpp som uppstår när biobränslet omvandlas till flytande bränsle och fraktas till förbrukare för att sedan antingen används som motorbränsle eller som pannbränsle.

Ungefärlig jämförelse mellan de olika alternativen där även utsläpp orsakade av transporter av råvaror och produkter räknats in. Transporterna antas ske med lastbilar drivna med dieselolja.

Utsläpp Miljörisker	Petroleum- bränsle	Fast biobränsle som pannbränsle	Alkohol som motorbränsle	Pyrolysolja som pannbränsle
Växthusgas CO ₂ kg/MWh	Ca 315	Ca 12	25 - 50	Ca 20
Försurande ämnen	Små skillnader om petroleumbränslen med låg svavelhalt används.			
Cancerfram- kallande ämnen	Framför allt polyaromatiska kolväten vid användning som motorbränsle	Obetydliga vid effektiv eldningsteknik	Formaldehyd och acetaldehyd	Obetydliga vid effektiv eldningsteknik
Övrigt	Transporter av oljeprodukter innebär risker för oljespill. Särskilt aktuellt vid sjötransport	Risker för ekologiska störningar vid överuttag av bränsle		

Tabellen visar att direkt användning av biobränslen i pannor är det effektivaste sättet att åstadkomma en minskning av koldioxidutsläppen. Även en omvandling till flytande bränslen ger en drastisk minskning av koldioxidutsläppen. Utsläpp av cancerframkallande ämnen är i första hand ett problem vid användning av petroleumbränsle eller flytande biobränsle för motordrift.

Potential

Energi

Som nämnts tidigare är råvarupotentialen för produktion av flytande biobränsle i Norrbotten mellan 2 och 4 TWh per år. Utbytet av flytande bränsle är olika för de olika produkterna. Råvarubasen skulle vara tillräcklig för att producera upp mot 1,4 TWh etanolbränsle eller 3 TWh pyrolysolja.

Sysselsättning

Uppskattningar av antalet årsverken per TWh råvara för utvinning ur skogen, terrängtransport, vägtransport och administration av denna verksamhet varierar mellan 110 och 255, beroende på vilken avverkningsteknik som tillämpas. För vidareförädling till flytande bränsle och

transport av produkten kan antalet direkt sysselsatta uppskattas till minst 60 per TWh råvara.

Räknat på en råvarupotential motsvarande 4 TWh per år kan antalet direkt sysselsatta för produktion, transport och förädling av flytande biobränslen i Norrbotten uppskattas till 700 - 1 200.

Allmänt

Intresset för att producera flytande bränslen ur fasta bränslen som kol, torv och ved föddes redan på 1930-talet. Under avspärrningstiden efter andra världskriget utnyttjade Sydafrika Fischer-Tropsch-processen med kol som råvara. I Brasilien har man drivit en anläggning för hydrering av ved och etanoljäsning som ett led i den satsning på etanoldrift av bilar som gjordes under 1970-talet. Efter oljeprishöjningarna under 1970-talet gjordes det stora forskningsinsatser i många industriländer för att studera produktion av flytande bränslen från biobränslen. Några fullständiga produktionsanläggningar hann dock aldrig byggas innan oljepriserna började sjunka.

Den forskning som inleddes i mitten och slutet av 1970-talet och som fortsatt sedan dess, om än med lägre intensitet, har dock lett till att det i dag finns god kunskap om alla de processer som nämnts ovan. För samtliga gäller att principerna är tillräckligt kända för att utbytet av flytande bränsle och det processekonomiska utfallet ska kunna bedömas med relativt god noggrannhet. Produkternas egenskaper och de anpassningar av motorer och eldningsanordningar som kan bli nödvändiga är också välkända. Trots detta är det inte lätt att avgöra vilka produkter och processer som är mest intressanta i ett norrbottniskt perspektiv. Faktorer som särskilt bör beaktas vid en sådan bedömning är hur den lokala råvarutillgången stämmer med faktorer som ekonomisk anläggningsstorlek, tänkbar lokal marknad, möjligheter att utnyttja värmeöver-skott för exempelvis fjärrvärme samt de speciella lokala förutsättningarna med hänsyn till befintlig industri.

Källor

Assessment of liquefaction and pyrolysis systems (1994).
VTT Research notes 1573.

Biobränslenas sysselsättningseffekt (1998). Vattenfall AB.

Biobränslen för framtiden (1992).
Slutbetänkande av Biobränslekommissionen.

Biobränslen för framtiden (1992).
Bilagedel till slutbetänkande av Biobränslekommissionen.

Ersättning för lätta oljeprodukter (1982).
Nämnden för energiproduktionsforskning.

Metanol och etanol ur träråvara (1994). Vattenfall Utveckling AB.

Miljöfaktabok för bränslen (1999). IVL.

Produktionskostnader för etanol, metanol och biogas (1996).
Kommunikationsforskningsberedningens Biodrivmedelsprogram, KFB.

Överkalix Norrbotten, Sweden site study - Bio-oilproduction using
rapid thermal processing (1998). IEA Bioenergy task XIII T13
technoeconomics.





Geovärme/geokyla

(och övrig värmepumpsteknik)

Ansvarig

Fred Nordström, Norrbottens energikontor

Nuvarande energiproduktion

Statistik saknas

Energipotential

Omöjlig att beräkna. Tillgången av värme kan dock beskrivas som enorm

Sysselsättningseffekt

Kanske 50-150 arbetstillfällen per år

Tillgång

Med tanke på att det går att hämta upp energi från berggrunden nästan överallt i Norrbotten kan länets tillgångar av geovärme och geokyla (energi som lagrats eller bildats i berggrunden) beskrivas som enorma. Energin i berggrunden kan med hjälp av värmepump användas som värmekälla för uppgradering till lämplig temperatur vid uppvärmning av hus. Men den kan också användas som kylmedium. I det senare fallet fungerar grundvattnet som ersättare för kylmaskiner. Berggrunden fungerar som ett utomordentligt bra lager för både värme och kyla.

Användning

Det finns för närvarande ingen tillgänglig, fullständig statistik över värmepumpar i drift eller borrhål för energiutvinning på läns- eller kommunnivå i Norrbotten. Det är därför omöjligt att ange omfattningen av den energi som utvinns ur mark och berg.

I Sverige såldes drygt 24 000 värmepumpar under år 2000. Ungefär 15 000 av dessa baserades på berg-, jord- eller sjövärme. För närvarande finns det cirka 400 000 värmepumpar i drift i Sverige. Nära 40 procent baseras på berg-, jord- eller sjövärme. Om varje värmepump antas leverera i genomsnitt 15 000 kWh per år ger det en total energi-produktion motsvarande cirka 6 TWh. Det råder ingen tvekan om att geovärme i kombination med värmepumpar är en uppvärmningsform som intresserar allt fler.

Teknik

I Norrbotten fungerar geovärme/geokyla oftast bäst i systemlösningar med energilagring och andra energisystem, vanligen värmepumpar och/eller solenergi.

Termisk energilagring (lagring av värme)

Man brukar skilja mellan aktiv och passiv lagring. Passivt inlagrad energi, det vill säga solenergi som lagras i mark, luft eller vatten, brukar aldrig benämnas energilagring.

De nuvarande koncepten för termisk energilagring kan indelas i huvudgrupperna groplager, berggrumslager, borrhålslager, jordslangslager (ytjordvärme), akviferlager (grundvattentäkt) och islager. Resultaten av de studier avseende långtidslagring av energi som hittills gjorts antyder att samtliga koncept är konkurrenskraftiga gentemot lagring i ackumulatortankar (stältankar).

Det vanligaste sättet för utnyttjande av geovärme i dag är att ta upp den av solen lagrade energin i berg och mark, via borrhål eller jordslang, och använda den för uppvärmning av bostadshus. Den låga temperaturen i norrbottniska bergumslager uppgraderas vanligen med hjälp av värmepumpar, vilka höjer temperaturen tillräckligt för att passa till våra värmesystem.

Den viktigaste parametern vid all lagring i och uttag av värme från borrhålslager är den aktiva borrhålslängden, det vill säga borrhålens längd under grundvattenytan. Borrhålen är vanligen 70 – 160 meter djupa. Det önskvärda effektuttaget, liksom de lokala förutsättningarna, är avgörande för antalet hål. Borrhålen i ett borrhålslager ska ligga nära varandra. I borrhålssystem för uppvärmning med värmepump och kylning (ofta direkt) ska borrhålen ligga långt från varandra. I det första fallet tas värmen ur en större bergvolym och i det andra avges värmen till en större volym.

I värmepumpsystem kan värmekollektorn i borrhålet utformas på flera olika sätt. Den vanligaste metoden är en slang av plast med en U-formad krök i botten. Slangen är fylld med alkohol-/vattenblandning för att inte frysa. Vid lagring av värme används rent vatten.

Temperatursänkning i berget

Om det tas ut en stor mängd värme från berget kan det uppstå en situation där värmeöverföringen från omgivande berg är för låg för att det aktuella berget ska kunna återfå en ostörd temperatur. Den största temperatursänkningen i berget sker under det första året (några grader). Efter fem till tio år stabiliseras dock temperaturen. Ju högre temperaturen i berget är desto högre värmefaktor får bergvärmepumpen. Därför måste pump och borrhålsdjup dimensioneras så att värmepumpen har en tillräckligt hög värmefaktor när bergets temperatur nått en ny stabil nivå. Det går också att motverka en temperatursänkning av berget genom att aktivt återladda berget med värme under sommarhalvåret, exempelvis med hjälp av sol- eller spillvärme. Ett ännu bättre sätt är att utnyttja det kalla borrhålet för fri kylning under sommaren.

Vid jordslanglagring utnyttjas den solenergi som lagrats i det yttersta ytjordlagret (0,5-1,5 meter) under sommaren. En viktig parameter är jordens förmåga att överföra värme till den utlagda slangen. Fuktiga lerjordar har exempelvis en bättre överföringsförmåga än torra sandjordar. Anläggningskostnaderna för jordslanglager är betydligt lägre än för borrhålslager.

Värmepump

Ju högre effektivitet en värmepump har desto lönsammare är den. Effektiviteten anges av värmefaktorn som speglar mängden värmeenergi från värmepumpen i relation till den tillförda mängden elektrisk energi. Normalt avger dagens värmepumpar två till tre gånger mer energi i form av värme än vad de förbrukar i form av elektricitet (värmefaktor två till tre). Utvecklingen av nya värmepumpsystem kommer att innebära ytterligare höjningar av värmefaktorn. Vid användning av golvvärme för uppvärmning med en vattentemperatur på cirka 30 grader Celsius kan man redan i dag höja värmefaktorn till omkring fyra.

Värmepumpstekniken bygger på den grundläggande principen för förångning av köldmedium, en process som kräver mycket energi. Eftersom förångningen sker vid låg temperatur kallas den inkommande värmen för lågtemperaturvärme. Efter förångning sker en komprimering av den bildade mediegasen varvid det sker en temperaturhöjning. Under kondensering av gasen frigörs den värmeenergi som alstrats under förångning och temperaturhöjning. Innan köldmediet kan förångas på nytt måste trycket sänkas, vilket sker med hjälp av en strypventil. Själva temperaturhöjningen av köldmediet kräver vanligen mindre energi än förångningen.

Den vanligaste typen av värmepump är mekanisk. För att en värmepump ska vara ekonomiskt intressant krävs att det finns tillgång till billig, eller ännu hellre gratis, värmeenergi i tillräcklig mängd och av tillräckligt hög temperatur. De vanligaste värmekällorna är spillvärme, grundvatten, ytvatten, uteluft, mark och berg. Det finns värmepumpar på marknaden som är speciellt anpassade för att utnyttja bergvärme, ytjordvärme, sjövärme, eller luftvärme (uteluft och frånluftsystem). Så länge utomhustemperaturen är högre än -10 grader Celsius går det att utnyttja energin i uteluften för uppvärmning. Det har dock visat sig att luftvärmepumpar är tämligen ointressanta för uppvärmningsändamål under norrbottniska vinterförhållanden. Frånluftvärmepumpar bedöms dock ha förutsättningar att kunna bli ekonomiskt lönsamma i Norrbotten så länge de används som komplement till annan värmekälla.

De för norrbottniska förhållanden mest intressanta värmepumplösningarna är bergvärme- och sjövärmepumpar (de senare vid närhet till lämpligt vattendrag eller sjö). Dessa tekniker kan erbjuda tillräckligt stora värmevolym, samt ostörda temperaturer som är i stort sett konstanta över året. Erfarenheter gjorda i bland annat Kalix visar dock att det kan vara svårt att utvinna lönsam värme, och att ankra fast

kollektorslangen på ett tillförlitligt sätt, på vissa lokaler i vattendrag där botten temperaturen vintertid ligger under noll grader Celsius samt där isförhållandena är extra besvärliga.

Även ytjordvärme kan vara ett bra alternativ i Norrbotten om de lokala förutsättningarna och markförhållandena är de rätta, det vill säga att tjälen inte går så djupt.

Kylning

Det ökade behovet av processkyla och komfortkyla på grund av det ökande antalet datorer, faxar, skrivare, kopieringsmaskiner och liknande samt kraven på förbättrad arbetsmiljö har rest frågetecken kring de befintliga kylmaskinerna. Intresset för energisnålare och därmed billigare lösningar växer. Flera alternativ har prövats. På många håll i landet har det byggts fjärrkylanläggningar som utvinnet kyla direkt från exempelvis sjövattnet eller grundvattnet. Ett annat alternativ är att utnyttja kylöverskottet på vintern genom att lagra kylan i en så kallad akvifär (grundvattentäkt) eller i berggrunden. Vid lagring i berggrunden borrar det hål ner i marken. Kylan i vinterluften leds ner i berggrunden för att sedan tas upp sommartid. Som kylbärare används en lämplig vätska, exempelvis blandningar av glykol eller alkohol och vatten.

Säsongslagring av snö är möjligt i både stor och liten skala. Snön lagras på en vattentät bottenplatta. Ytan isoleras med ett skikt av sågspån. Sedan används smältvattnet för kylning samtidigt som det uppvärmda vattnet används för att smälta mer snö. Systemet saknar effektbegränsning. Även mycket storskaliga försök med säsongslagring av snö i berggrunden har visat på lönsamhet. Dessa system kan lämpligen kopplas till fjärrkylsystem. Ett annat alternativ är den gamla beprövade tekniken för kylagring via isolerade snötappar för utvinning av kyla sommartid.

Status

Uppförande av värmepumpanläggningar för utvinning av värme ur mark, ytvatten eller grundvatten ska föregås av en anmälan till kommunen enligt förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Lokala föreskrifter kan förekomma i syfte att skydda ytvattentäkter och enskilda grundvattentäkter. Luftvärmepumpar omfattas ej av samma anmälningsplikt. Lokala undantag kan dock förekomma. Större värmepumpanläggningar med en uteffekt över 10 MW kräver tillstånd av länsstyrelsen. Värmepumpar på mer än 15 kW men högst 10 MW är

anmälningspliktiga till kommunen. Normalt krävs ingen bygganmälan.

Värmepumpanläggningar som leder bort vatten kan enligt miljöbalken definieras som vattentäkt och räknas därmed som tillståndspliktig verksamhet. Detta gäller dock inte för en- och tvåfamiljsfastigheter. Enligt köldmediekungörelsen ska kylanläggningar kontrolleras så att det inte sker några utsläpp av köldmedier. Egenkontroll, återkommande kontroll och installationskontroll ska utföras i syfte att motverka utsläpp av köldmedier. Återkommande kontroll ska utföras minst en gång per år. Anläggningar innehållande högst 3 kilogram köldmedium, liksom anläggningar i enskilda hushåll, är undantagna från kravet på återkommande kontroll. Överstiger den sammanlagda köldmediemängden 10 kilogram krävs det, enligt naturvårdsverkets köldmedieförordning, att en rapport av den årliga kontrollen lämnas in till kommunen.

Sedan den 31 december 1999 är det inte tillåtet att använda CFC som arbetsmedium i befintliga anläggningar.

Samhällets inriktning

I regeringens proposition "En uthållig energiförsörjning" (1996/97:84) påtalas vikten av energibesparande åtgärder och förnybara energikällor. I och med beslutet att stänga en reaktor i Barsebäck måste Sverige öka användningen av alternativa energikällor. I annat fall riskerar vi att få en ökning av fossilbränsleanvändningen. Efter den första januari 1998 ska Sverige satsa sammanlagt nio miljarder kronor på utveckling av energieffektiv teknik. Geovärme är dock inte upptaget som särskilt insatsområde.

Miljöeffekter

Värmepumpars miljöpåverkan handlar dels om effekterna av värmeuttag ur mark, vatten eller luft, dels om konsekvenser vid utsläpp av köldmedier och köldbärare till mark, vatten och luft. Eftersom värmepumpar drivs av el leder en ökad användning av värmepumpar till ett fortsatt beroende av el för uppvärmningsändamål, samt en miljöpåverkan typisk för elanvändning.

Problemen med köldmedier hänger i första hand samman med riskerna för läckage. Köldmedier i befintliga värmepumpar innehåller som regel ämnen som bryter ner ozonskiktet. Dessa ämnen bidrar också till växthuseffekten.

I tidigare värmepumpar användes nästan uteslutande olika slags freoner (freoner är ett samlingsnamn för en grupp kemiska föreningar

som brukar benämnas CFC och HCFC). De tidigare totalt dominerande köldmedierna var CFC-12 (R12), HCFC-22 (R22) och CFC-502 (R502). All användning av CFC- och HCFC-föreningar är i dag starkt reglerad i nationella förordningar och internationella överenskommelser, med krav på avveckling.

Sverige har förbjudit nya anläggningar med CFC från och med 1 januari 1995 och med HCFC från och med 1 januari 1998. I befintliga anläggningar får dock påfyllning av HCFC ske fram till 1 januari 2002.

I nya värmepumpar används i dag vanligtvis så kallade HFC-föreningar, vilka inte sägs orsaka någon ozonnedbrytning. De vanligaste HFC-föreningarna i dag benämns R134a, R404A, R407C och R410A. Alla HFC-medier fungerar som mer eller mindre starka växthusgaser.

I vissa mindre värmepumpar används propan (R290) som köldmedium. Propan är, i motsats till HFC-medierna, naturligt förekommande och har endast en försumbar växthuspåverkan. Propan är dock brännbart varför läckage i vissa fall kan medföra risk för explosioner. På marknaden förekommer också andra typer av köldmedier, exempelvis ammoniak.

En fråga att se upp med är risken för buller. I vissa fall kan buller från värmepumparnas kompressorer och fläktar upplevas som störande.

Utbyggnad av fjärrkyla bidrar till minskad miljöbelastning genom att ett stort antal kylmaskiner, vilka kan ge upphov till såväl buller som läckage av köldmedier, kan tas ur drift. Om kylan produceras via distribution av kallt havs- eller sjövattnen får man en viss miljöpåverkan på vattenmiljön. Om kylan utvinns med hjälp av värmepumpsteknik påverkas miljön på samma sätt som vid drift av större värmepumpar.

Potential

Energi

Potentialen för geovärme/luftvärme i Norrbotten är mycket svår att beräkna. Samtidigt som tillgången är enorm finns det begränsningar. I tätorterna, där värmebehovet är stort, är de befintliga fjärrvärmenäten redan väl utbyggda. Där har de flesta fastighetsägarna redan tillgång till billig och relativt miljövänlig energi för uppvärmning. Under dessa omständigheter är det svårt för andra uppvärmningsformer att klara konkurrensen från fjärrvärmen. Fastigheter vilka ligger utanför de områden som planeras för fjärrvärme kan dock vara intressanta för utnyttjande av geovärme.

På grund av det ökade kylbehovet bedöms säsongslagring av kyla gå en positiv framtid till mötes. I en studie utförd som examensarbete vid Luleå tekniska universitet 1998 uppskattas den befintliga tillgången av kylenergi med kylmaskiner i Fyrkantsområdet (Luleå, Boden, Piteå och Älvsbyn) vara cirka 36 GWh per år utifrån en insats motsvarande 14,5 GWh el per år. En satsning på kylagring i Fyrkanten beräknas leda till en uppskattad elenergibesparing motsvarande 7 GWh per år. I studien uppskattades det aktuella kylbehovet till 96 kWh per capita (antagandet bygger på uppgifter från 80 procent av anläggningarna i Älvsbyn). Sett till hela Norrbotten innebär det att det skulle finnas ett regionalt kylbehov motsvarande cirka 62 GWh per år. Elåtgången skulle i så fall bli cirka 25 GWh per år.

Genom köldlagring skulle elförbrukningen för köldleveranserna kunna minskas med 50 procent, till cirka 12,5 GWh per år.

Med snölagring skulle elbehovet för kylning nästan kunna elimineras.

För större orter i Norrbotten som har tillgång till älvvatten blir investeringskostnaderna avgörande för vilket alternativ av fjärrkyla som är mest intressant för framtiden. Det råder dock ingen tvekan om att utbyggnaden av fjärrkyla ökar i hela landet, samt att Norrbotten har goda förutsättningar för säsongslagring av kyla samtidigt som flera orter har god tillgång på vatten.

Syssetsättning

En utbyggnad av geovärme i Norrbotten skulle skapa ett antal arbetstillfällen under anläggningstiden samt därefter skapa en del service- och underhållsarbeten. Sammantaget handlar det kanske om 50-150 arbetstillfällen per år. Under de närmaste åren handlar det dock främst om att tillgodose en ökad efterfrågan på installationer av bergvärmepumpar.

Allmänt

Geotermisk energi består i huvudsak av värme som är passivt inlagrad i berggrunden. Men den består även av värme som bildats genom radioaktivt sönderfall i jordens inre. Det vanligaste sättet att utvinna den lagrade värmen är att ta upp den via djupa borrhål. Värmen kan användas indirekt via värmeväxlare eller direkt i form av ånga eller varmt vatten. På vissa platser på jorden uppträder den geotermiska värmen på markytan i form av varma källor eller gejsrar.

Varma källor har utnyttjats av människan i tusentals år, bland annat i bad vilka värmts upp med hjälp av varmvatten från naturliga varm-

vattenkällor. Dessa bad är vanliga på kurorter där de används i olika behandlingsformer för bland annat reumatism och hudsjukdomar.

Utnyttjande av geotermisk energi i större skala förekommer på många platser runt om i världen, framför allt i områden där jordskorpan är tunn samt i områden med aktiv vulkanism. Där kan temperaturen i reservoaren ibland överstiga 300 grader Celsius. Det förekommer att geotermisk ånga används för elproduktion. Ångan leds då från borrhål i marken till en turbin som driver en generator. På detta sätt produceras cirka 5 000-6 000 MW elektricitet globalt. Tekniken är vanligast i USA och östra Asien.

I andra länder

Vattentemperaturen i berggrunden varierar kraftigt. Det kan handla om allt från några få grader Celsius upp till nivåer av flera hundra grader Celsius. Allt beroende på berggrundens geologiska uppbyggnad.

Geotermiskt varmvatten används vanligtvis till uppvärmning. Oftast via fjärrvärmenät. På Island, där förutsättningarna är gynnsamma, värms hela Reykjavik upp på detta sätt. I Ungern finns ett 40-tal mindre fjärrvärmenät som direkt använder geotermisk energi. Även Polen har tillgång till enorma varmvattenreservoarer. Fast de återfinns cirka 2 000 meter under markytan. Liknande exempel finns även på andra håll i Europa, exempelvis i Frankrike.

På platser med lägre källtemperaturer (2-40 grader Celsius) krävs det en höjning av vattentemperaturen för att värmen ska kunna utnyttjas till fjärrvärmenät. Det sker numera ofta med hjälp av värmepump. I Lund pumpar man upp 500 liter geotermiskt vatten per sekund. Borrhålsdjupet är cirka 700 meter. Temperaturen på vattnet höjs med hjälp av värmepumpar från 22 till 80 – 85 grader innan värmen levereras till fjärrvärmenätet. Efter att energin utvunnits återförs det geotermiska vattnet, vars temperatur sjunkit till 4 grader Celsius, till reservoaren i berggrunden. Nära 50 procent av värmeförseln i Lunds fjärrvärmenät kan i dag härledas till geotermisk energi.

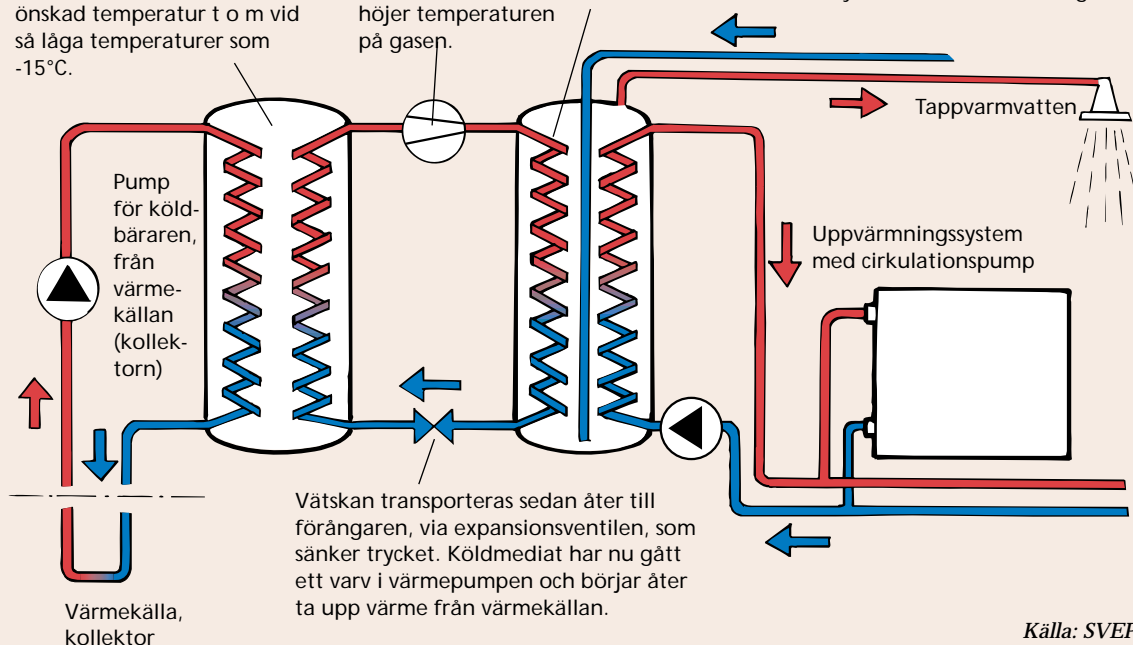
I Sverige påverkar i vanliga fall solen det översta lagret (cirka 20 meter) av jordskorpan. Den geotermiska energin från jordens inre ökar temperaturen med cirka 1 – 3 grader Celsius per 100 meters djup. Berggrunden i Sverige består i huvudsak av urberg som gnejs och granit.

Värmepump fungerar som ett kylskåp, fast tvärtom

I förångaren tas värme upp från värmekällan. Genom att reglera trycket i förångaren med expansionsventilen, får man köldmediet att koka vid önskad temperatur t o m vid så låga temperaturer som -15°C.

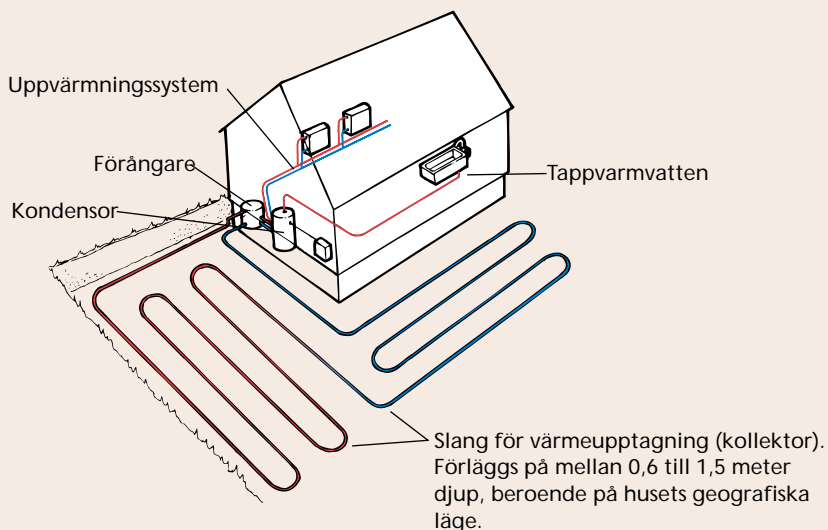
Gasen, som bildas då mediet kokar, sugas in i kompressorn. Där höjs trycket, vilket även höjer temperaturen på gasen.

Den varma gasen trycks därefter in i kondensorn, som är värmepumpens värmegivande del. Då värmen överförs till husets värmesystem kyls gasen och återgår därigenom till vätskeform. Den kondenserar, men trycket är fortfarande högt.



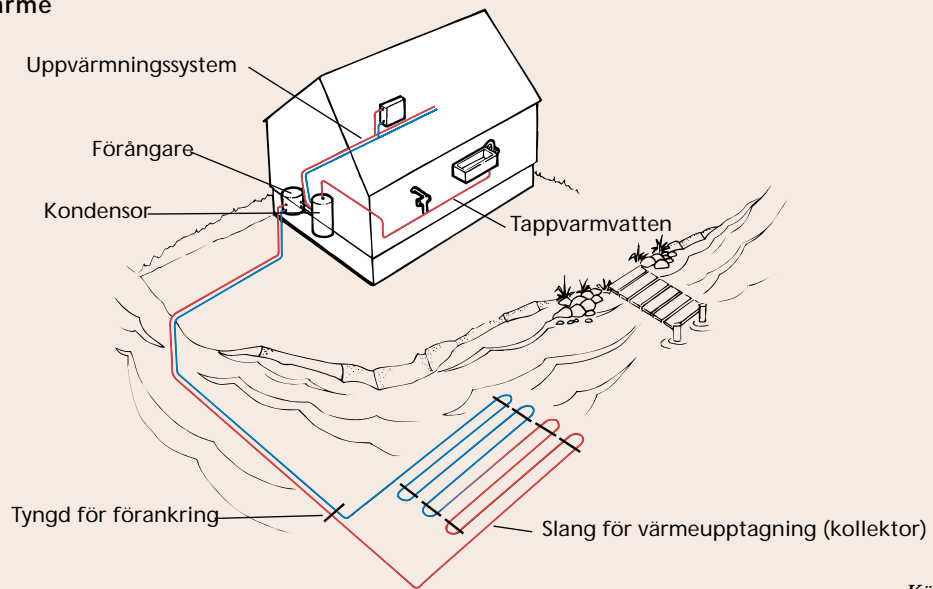
Källa: SVEP

Ytjordvärme



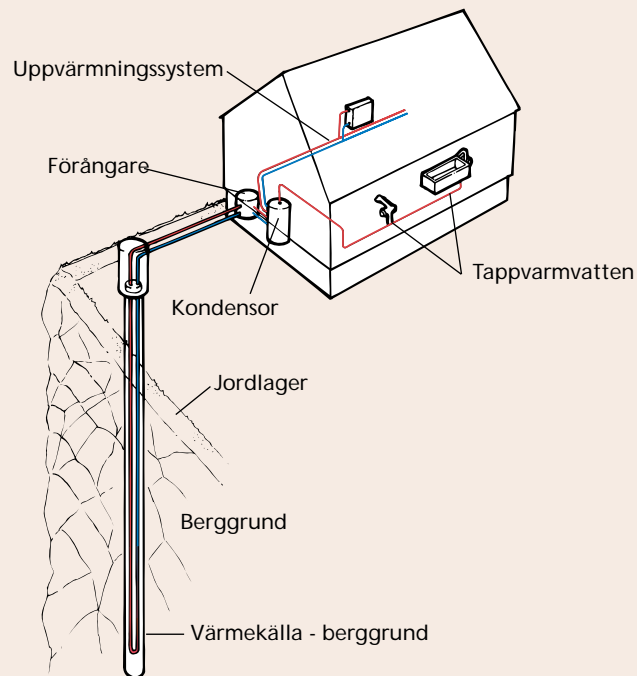
Källa: SVEP

Vattenvärme



Källa: SVEP

Bergvärme



Källa: SVEP

Källor

Bergvärmeanläggningen vid hotell Storforsen (1998).

Luleå tekniska universitet.

Värme i småhus (1998). Konsumentverket.

Energiboken - kunskapsläge och forskningsfront (1995).

Byggforskningsrådet.

Energi & Miljö, nr 2 (2000).

Geotek, Svenska brunnborrars branschorganisation.

Telefonintervju (2000).

Potentialstudie för köldlagring i fyrkanten (1998).

Luleå tekniska universitet.

Regler för lokala energisystem - en översikt (1999). Energimyndigheten.

SGU, Sveriges geologiska undersökningar, Uppsala.

Telefonintervju (2000).

SVEP, Svenska värmepumpföreningen. Telefonintervju (2000).

Säsongslagring av kyla i berggrum (1999). Luleå tekniska universitet.





Rörflen

Ansvarig

Sylvia Larsson, SLU Röbbäcksdalen, Umeå

Nuvarande energiproduktion

Mycket liten omfattning och då inom olika forskningsprojekt

Energipotentia

900 GWh bränsle* per år, vilket motsvarar det totala värmebehovet i cirka 36 000 normalstora norrbottensvillor. Siffran förutsätter en uppodling av de mest intressanta arealerna för rörflensodling i Norrbotten

Sysselsättningseffekt

Upp till 540 arbetstillfällen, om den totala odlingsarealen uppgår till 25 000 hektar och allt rörflen används för energiproduktion

**Begreppet bränsle kan här innefatta produktion av såväl värme som el. Energiutbytet, i form av den värme och/eller el som kan tillgodogöras, avgörs av verkningsgraden i respektive produktionsanläggning.*

Tillgång

I dag odlas maximalt 200 hektar rörflen i Norrbottens län. Merparten av detta sker inom ett relativt nystartat pilotprojekt i Glommersträsk. En hektar vårskördat rörflen motsvarar ungefär 6-8 ton torrsubstans. Den mängden räcker för att producera cirka 30-40 MWh energi per år. Energiinnehållet i 200 hektar norrbottensodlat rörflen kan därför sägas motsvara en energiproduktion på 6 000-8 000 MWh per år.

Det finns även andra grödor för energiproduktion från åkermark. I Syd- och Mellansverige produceras energiskog (Salix). Arbetet med att ta fram frosttåligt plantmaterial, som skulle kunna göra salixodling intressant för norra Sverige, pågår. Andra produkter som kan ge ett mindre bidrag till Norrbottens energiförsörjning är halm från stråsäd och träflis från exempelvis åkerkanter och igenväxande partier.

Användning

Användning av rörflen som bränsleråvara sker i mycket liten omfattning i länet, och då inom olika forskningsprojekt.

Teknik

En storskalig satsning på produktion av rörflen förutsätter att det finns tillgängliga odlingsarealer. I Norrbotten finns stora outnyttjade arealer inom följande kategorier:

Träda inom befintligt jordbruk

Rörflen är en godkänd flerårig industri- eller energigröda, för vilken EU-bidrag kan erhållas (cirka 1.750 kronor per hektar med 1999 års ersättningsnivå).

Överskottsarealer inom befintligt jordbruk

Förutom den vall- och betesareal, som berättigar till EU:s miljöbidrag för öppethållande av odlingsmark, finns överskottsarealer inom befintligt jordbruk, på vilka rörflen kan konkurrera med traditionella vallgrödor.

Nedlagd åkermark

Åkermark, som ej är i bruk, har lågt alternativvärde. Ur odlingssynpunkt är det värdefullt att marken tidigare varit brukad. Det gör den värdefullare för rörflensodling än skogsmark som ställts om till nyodling.

Utbrutna torvtäkter

Utbrutna torvtäkter erbjuder stora, sammanhängande och väldikade odlingsarealer. Samtidigt eftersöks fungerande restaureringsmetoder. Odling av rörflen har visat sig vara ett gott alternativ. Betalningsansvaret för en omställning från utbruten torvtäkt till rörfleodsodling ligger i så fall på koncessionsinnehavaren.

Rörflen kan odlas med samma maskinpark som vanlig vall. En väsentlig skillnad gentemot vallodling är dock att skörd av rörflen sker på våren. Vårskörd ger bättre bränslekvalitet, högre torrhalt och minskat gödslingsbehov jämfört med höstskörd. Gödslingsbehovet minskar på grund av att gräset får invintra ostört, vilket gör att det finns gott om näring lagrat i rotsystemet. Skördeperioden är begränsad till den tid när marken torkat upp utan att nästa års gröda hunnit komma igång. Detta kan medföra vissa logistiska problem eftersom det krävs en stor arbetsinsats under en kort period. De vid den här tidpunkten ljusa och daggfria vårnätterna i Norrbotten innebär dock en klar fördel i sammanhanget.

Inledningsvis kan det vara svårt att få till stånd en rörfleproduktion som motsvarar en förädlingsanläggnings kapacitet. Därför kan det vara klokt att börja med att introducera rörflen i förädlingskedjan via rörfleinsblandning i träpellets, träbriketter och träpulver. Sambrikettering av rörflen och sorterat, brännbart avfall fungerar också bra.

Förbränning av pellets och briketter av rörflen är lämpligt i mindre panncentraler om cirka 50-1 000 kW (10 kW motsvarar effekten på en villapanna). Konvertering till rörflen kräver investeringar i pannor som är särskilt anpassade till höga askhalter. Används rätt typ av pannor uppvisar förbränningen goda resultat med avseende på utsläpp och askhantering. Rörflenspulver kan eldas i större pannor motsvarande 15-200 MW (1 MW motsvarar effekten på en fjärrvärmecentral som kan förse 100 villor med värme). I många värmeverk finns oljebrännare vars uppgift är att dels få fart på förbränningen av bränslen med höga vattenhalter, dels användas vid spetslast. Dessa skulle mycket väl kunna ersättas med pulverbrännare anpassade för rörflempulver.

Förbränning av rörflempellets borde även kunna ske i pelletsbrännare på villanivå. Här återstår dock problem med de stora askmängderna. Med en teknikutveckling av pelletsbrännare skulle även denna marknad vara aktuell för rörflempellets.

För information om kraftvärme: Se kapitlet om träbränslen

Produktionskapacitet per förädlingsenhet, arealbehov (vid skörd om 7,5 ton torrs substans per hektar), producerad energimängd (vid effektivt värmevärde 4,8 MWh per ton torrs substans) och produktionskostnad (inklusive 30 kilometer transport till förädlingsanläggning) för olika förädlade rörflensprodukter. Siffrorna i tabellen gäller oavsett vilken svensk region som avses. Den lägre produktionskapaciteten för briketter förklaras av att briketter i dag kan tillverkas i mindre skala än pulver och pellets.

Källa: Olsson, 1997.

Produkt	Produktionskapacitet (ton/år)	Arealbehov/ förädlingsenhet (ha)	Energimängd (GWh/år)	Produktpris* (kr/MWh)
Pulver	25 000	2 800	100	113-144
Pellets	25 000	2 800	100	121-152
Briketter	7 700	900	30	134-165

*Den lägre produktionskostnaden förutsätter en effektiv, storskalig hantering i samtliga produktionssteg, till exempel HD-balning (högdensitetsbalning) och stora, sammanhängande arealer.

Status

Rörflen är färdigt för förädling direkt efter skörd. Inga kostsamma torkningssteg behövs. Just detta faktum innebär en konkurrensfördel för rörflen vid ökad efterfrågan på biobränslen. I en situation då det råder brist på torkade biprodukter från sågverksindustrin kan rörflensbränslets förhållandevis höga råvarupris (i jämförelse med exempelvis bränsleflis) kompenseras av dess låga förädlingskostnad.

För odling av energiskog på träda utgår idag ett etableringsstöd motsvarande 5 000 kronor per hektar. För energigräs finns inget motsvarande stöd. Därför vore det önskvärt med ett bidrag i samma storleksordning för etablering av rörflen på nedlagd åkermark. Ett sådant bidrag skulle täcka kostnaderna för markrestaurering.

Rörflensbränsle omfattas i dag (juni 2001) inte av några särskilda skatter och pålagor som försämrar dess konkurrenskraft - ett förhållande som troligen kommer att hålla i sig under överskådlig tid.

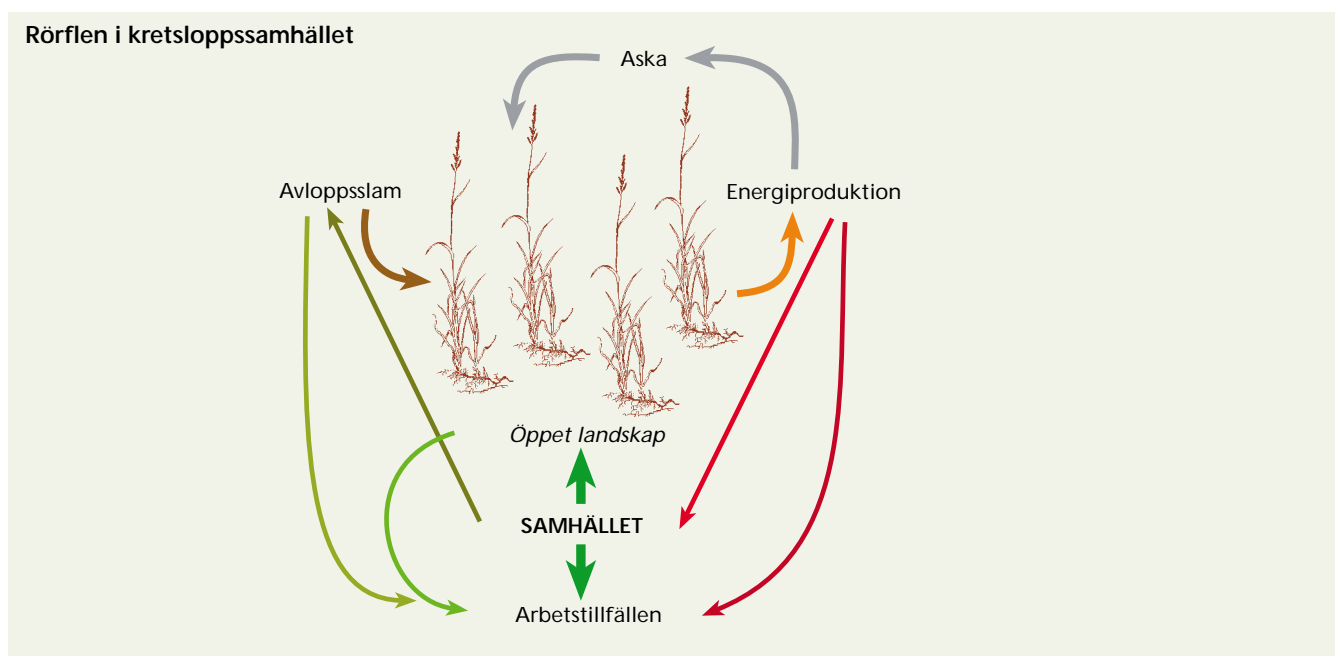
Miljöeffekter

Förbränning av biobränslen ger ingen nettotillförsel av koldioxid till atmosfären. Förädlad rörflen som eldas i anpassade anläggningar ger låga utsläpp av bland annat stoft. Jämfört med förädlad trädbränsle är utsläppen av kväveoxider något högre. Vid en övergång från oljeeldning

till eldning med lokalt producerat bibränsle minskar utsläppen av bland annat koldioxid och svavel. Minskade transportbehov innebär positiva miljöeffekter. Dessutom är odling av rörflen ett verksamt instrument i kampen för att bevara ett öppet odlingslandskap.

Rörflen passar utmärkt för integrering i småskaliga kretsloppssamhällen. Gödning av rörflen med avfallsprodukter som slam och aska innebär recirkulering av värdefulla näringsämnen samt minskad deponering, vilket bland annat kommer kommunerna till del i form av minskade deponiavgifter. Billig gödsel innebär dessutom en förstärkning av odlingsekonomin.

Rörflen innehåller så kallade alkalimetaller, bland annat kalium, vilka kan binda det överskott av svavel och klor som förekommer i andra typer av fasta bränslen. Denna egenskap kan utnyttjas vid sameldning av rörflen med andra bränslen, exempelvis torv och sopor.

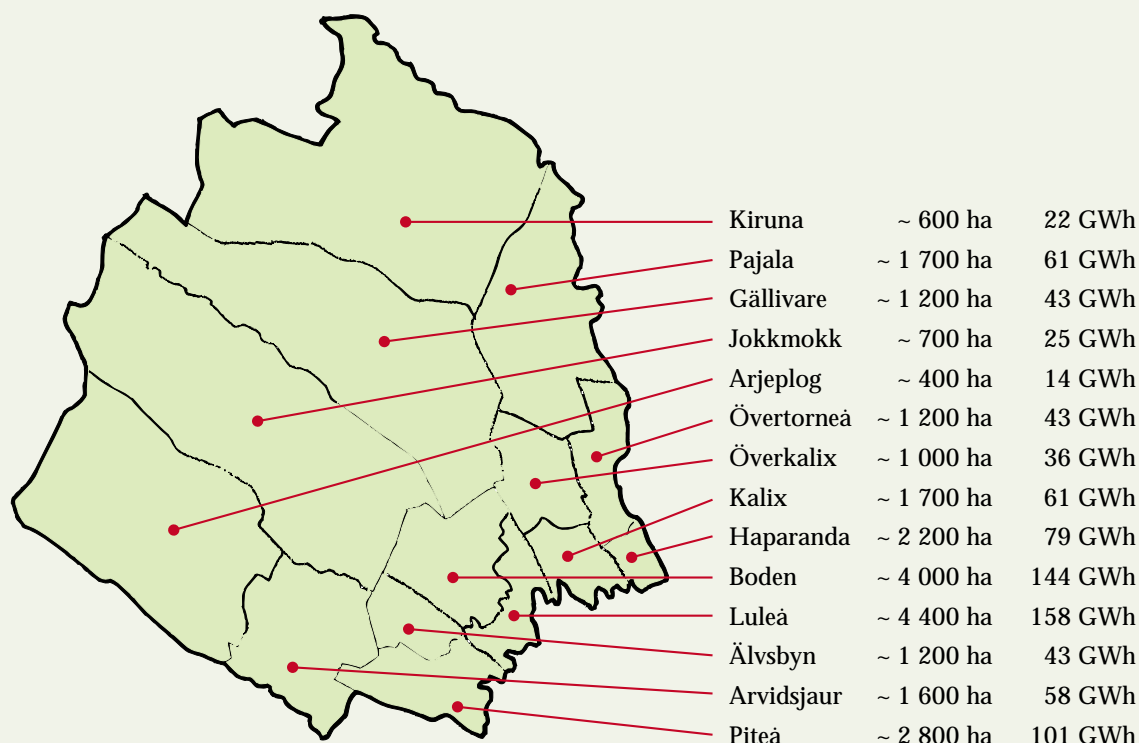


Potential

Energi

En uppodling av de mest intressanta rörflevarsarealerna i Norrbotten, i form av trädes- och överskottsarealer samt nedlagd åkermark i lättarbetat skick, skulle innebära att länet fick 25 000 hektar rörflevarsodlingar. Det motsvarar cirka 900 GWh bränsle per år. Till detta ska läggas eventuell produktion på utbrutna torvtäkter.

Fördelningen av de intressanta rörfleensarealerna, i form av träd- och överskottsarealer samt nedlagd åkermark i lättarbetat skick, i Norrbotten. (Utbrutna torvmarker ej inräknade.)



Sysselsättning

Lokal produktion och förädling av rörflen till förädlat bränsle, färdig värme (varmvatten) eller fraktionerad fiberråvara skapar arbetstillfällen i glesbygd.

Den ökade sysselsättningspotentialen vid en satsning på inhemskt producerat rörflen kan bland annat beräknas med hjälp av den uppskattade kostnaden för den ersatta importerade varan (olja). Om importen av eldningsolja ersätts med utnyttjande av lokalt producerat och förädlat rörfleensbränsle stannar en stor del av intäkterna från energiutvinningen inom länet där de kan ge upphov till sysselsättning. Framställning av biobränsle är arbetsintensivt och i småskaliga system blir antalet skapade arbetstillfällen större än i storskaliga, rationella system.

Ett rimligt antagande är att det i genomsnitt skapas ett arbetstillfälle varje gång oljeleveranser till ett värde av 500 000 kronor ersätts med inhemskt rörfleensbränsle. Den vid förbränning ersatta eldningsoljan har kostat omkring 400 kronor per MWh (därefter har priset stigit). Samma pris antas gälla för rörfleensproducerad värme.

På samma sätt antas det att det i genomsnitt skapas ett arbetstillfälle för varje 500 000-kronors-leverans av fiberråvara till massafabrik. Betalningen för ofraktionerad rörflen levererad till massafabrik bedöms kunna bli cirka 650 kronor per ton.

Antal genererade arbetstillfällen i Norrbottens län vid en övergång från oljeeldning till odling av rörflen samt förbränning av rörflensbränsle, alternativt produktion av rörflen för massaindustrins behov.

Produktion	Arbetstillfällen
Färdig värme (varmvatten) Produktion från den mest intressanta potentiella odlingsarealen (25 000 hektar). (Cirka 900 GWh)	Upp till 540
<i>Varav avsättningen inom länet i panncentraler, 50-1 000 kW, och pulverbrännare i fjärrvärmeverk (totalt 200-300 GWh) kan ge:</i>	<i>100-180</i>
Ofraktionerad fiberråvara. Levererad till massafabrik. (40 000-250 000 ton torrs substans per år)	50-380

Allmänt

En betydande del av bioenergiproduktionen i Norrbottens län skulle kunna utgöras av energigräs. Försök med odling av olika gräsarter i Sverige har visat att rörflen ger bäst avkastning och är uthålligast av alla provade arter.

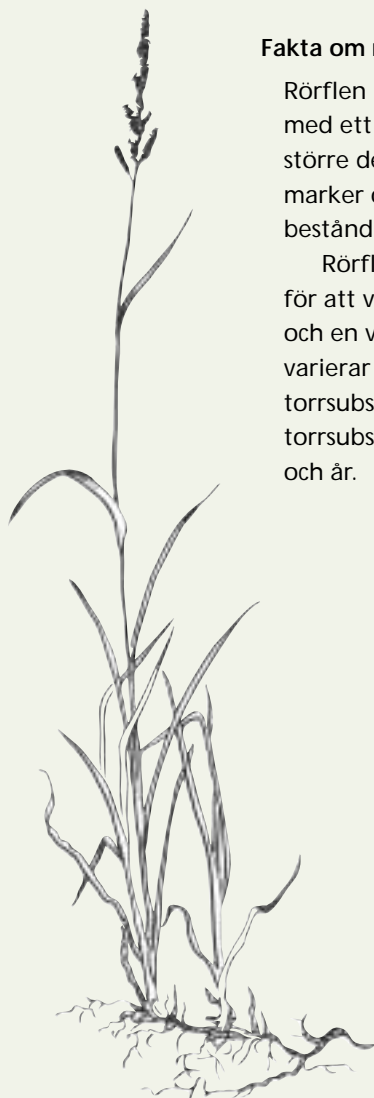
De största skördarna av rörflen har erhållits på lättare jordar med hög mullhalt och god vattentillgång. Lerhalten i jorden spelar också en viktig roll för askhalten (höga askhalter ökar risken för sintring i pannor) hos rörflenet. Styva lerjordar (lerjordar rika på finkornigt material) kan ge askhalter upp emot 10-15 procent, jämfört med cirka 2 procent hos rörflen odlat på mullrika jordar.

I Norrbotten, där andelen lerjordar är mycket liten och klimatet relativt fuktigt, är det särskilt lämpligt att odla rörflen.

Rörflen är i dag mycket intressant som biobränsle för energiproduktion. Pulver och pellets av rörflen anses mest konkurrenskraftigt i förhållande till andra förädlade biobränslen. Rörflen är också aktuellt som kortfibernmassa inom pappersmassaindustrin. Andra exempel på användningsområden är som råvara vid tillverkning av spånplattor och etanolframställning.

Det krävs dock en målmedveten och långsiktig satsning för att åstadkomma en stark etablering av lokalt producerad och förädlad rörflen i Norrbotten. Satsningen bör kännetecknas av:

- Långsiktig ekonomisk planering, där hänsyn också tas till värdet av lokala arbetstillfällen, bieffekter av ett öppnare landskap samt miljövinster.
- Tillvaratagande av befintlig kunskap samt utbildning av kompetent arbetskraft.
- Samarbete inom forskning och utveckling i syfte att optimera lönsamhet och resursanvändning.



Fakta om rörflen

Rörflen (*Phalaris arundinacea* L.) är ett flerårigt, cirka 2 meter högt, gräs med ett kraftigt, styvt strå, breda blad och lång vippa. Rörflen växer vilt i större delen av landet. Det förekommer särskilt på våt- och översvåmningsmarker och trivs bra på lätta och mullrika jordar. Förekomsten av vilda bestånd i Norrbotten är främst vid kusten och i älvdalarna.

Rörflen användes förr som fodergräs, men det blir snabbt alltför grovt för att vara lämpligt som djurföda. Det har också använts som taktäckning och en variant planteras som prydnadsgräs. Skördemängden för rörflen varierar med växtplats och jordtyp. I genomsnitt blir skörden cirka 7,5 ton torrs substans per hektar, vilket med värdet 4,8 MWh per ton torrs substans innebär en bruttoenergiproduktion av 36 MWh per hektar och år.

Rörflen som bränsle

Rörflenets egenskaper som bränsle presenteras enklast som en jämförelse mellan bränsleegenskaperna hos rörflen och träbränslen.

+ *Torrhalt*

Andelen torrsbstans i vårskördat rörflen uppgår till 85-90 procent, varför ingen torkning behövs innan lagring och förädling.

För träbränslen hämtade direkt från skogen är motsvarande siffra 50-70 procent, medan vissa av sågverkens biprodukter har högre torrhalter.

+ *Askans smältpunkt*

Asksmältpunkten är högre för vårskördat rörflen än för träbränslen.

Detta är en viktig egenskap då smält aska orsakar stora problem i förbränningsanläggningar.

- *Askhalt*

Askhalten är högre hos rörflen än träbränslen. Rörflensaskan är också fluffigare än träbränsleaskan och därmed också mer volymiös.

Den högre askmängden kräver speciellt anpassad askutmatning, varför det är svårt att konvertera befintliga oljepannor till rörflenseldning.

Byte till speciellt anpassade pannor är nödvändigt.

Rörflen för tillverkning av pappersmassa

Rörflen skulle även kunna ersätta en del av dagens import av björk som kortfibermassa i massaindustrin. De försök som gjorts visar att rörflen ger ett högt kokutbyte (mängden massa i förhållande till mängden råmaterial) samt lämpar sig för tillverkning av ytskikt till kartong och finpapper. Processen för framställning av pappersmassa ur rörflen skiljer sig något från den som används för trä och en särskild rörflenslinje måste byggas upp. En sådan rörflenslinje skulle behöva en råvarutillgång på 40 000-250 000 ton torrsbstans per år och en produktionsyta på 5 000-40 000 hektar.

Den del av rörflenet som lämpar sig bäst för framställning av pappersmassa är strået. Därför avskiljs oönskade delar som blad och bladslidor från stråfraktionen innan massaframställningen. Den överblivna fraktionen vid en fullstor rörflenslinje skulle producera cirka 100 000 ton torrsbstans bränsleråvara per år.

Avsättningsmöjligheter inom länet vid konvertering från olja och el i befintliga uppvärmningsanläggningar till rörflensbränsle, samt vid användning av rörflen som fiberråvara i massaindustrin.

Anläggning	Förädlingsprodukt	Behov (ton ts/år)	Produktpris (kr/MWh)
Panncentraler 50-1 000 kW	Pellets/ briketter	20 000-35 000	120-165
Pulverbrännare värmeverk	Pulver	20 000-30 000	110-145
Deltotal		40 000-65 000	
Massafabrik Fraktionerings- anläggning	Fiberråvara Bränslefraktion	24 000-150 000 16 000-*100 000	En massafabrik bedöms kunna betala ca 650 kr/ton, ofraktionerat rörflen
Deltotal		40 000-250 000	

ts=torrsubstans, *Bränsleöverskott, mer än efterfrågan inom länet.

Källor

Rörflen i Norrbottens län - potential för odling och avsättning (1999).
Röbäcksdalen meddelar. SLU.

Rörflen. Odling, skörd och hantering (1997).
Fakta Mark/Växter nr 1. SLU.

Rörflen som bränsleråvara (1997). Fakta Teknik nr 1. SLU.

Rörflen som fiberråvara - att göra papper av gräs (1997).
Fakta Teknik nr 3. SLU.

Rörflen som omställningsgröda - marknad & ekonomi (1997).
Fakta Ekonomi nr 9. SLU.

Stråbränsle (1997). Stiftelsen lantbruksforskning.





Solenergi

Ansvarig

Tord Pettersson, Norrbottens energikontor

Nuvarande energiproduktion

Ytterst marginellt bidrag till Norrbottens energiförsörjning.

Energipotential

Omöjlig att förutse i dag. På lång sikt bör dock minst tio procent av de norrbottniska hushållens totala energibehov (el och värme) kunna genereras med hjälp av solenergi (framför allt solvärme). Räknat utifrån den aktuella energianvändningen 1998 ger det en potential på cirka 350 GWh per år. För den närmaste tioårsperioden får nog 50 GWh ses som en rimligare målsättning.

Sysselsättningseffekt

En tioprocentig täckning av hushållens energianvändning med solvärme (utifrån 1998 års siffror) skulle kunna generera 200-250 årsarbeten under en installationsperiod på 20-25 år. En stor del av dessa kan tillfalla Norrbotten, som har såväl tillverkare som leverantörer och installatörer med lokal anknytning.

Tillgång

Den årliga solinstrålningen mot ett normalt enfamiljshus i Norrbotten motsvarar en energiproduktion på omkring 160 000 - 200 000 kWh per år, det vill säga 6-8 gånger mer än vad huset kräver. Solinstrålningen består av direkt solljus och diffust ljus från himlen. En riktigt solig dag kan det direkta solljuset utgöra över 80 procent av ljuset. Är det molnigt handlar det bara om diffust ljus. Summan av direkt solljus och diffust ljus kallas globalstrålning. Det är globalstrålningen som är intressant i solfångarsammanhang.

Globalstrålningen mot en horisontell yta ligger i Norrbotten på omkring 800-900 kWh per kvadratmeter och år. Dagens solvärmesystem kan täcka varmvattenbehovet och delar av värmebehovet under 7-10 månader i Norrbotten. Den mesta solenergin finns tillgänglig under perioden mars till september.

Vintertid finns det en tydlig skillnad på solinstrålningen i norra och södra Sverige. Under sommaren är det betydligt större skillnad mellan kust och inland. Problemet med solvärme i Sverige är att solinstrålningen är som minst under den tid på året när vi är i störst behov av värme, varför solvärmesystem som regel dimensioneras för att klara behovet av tappvarmvatten och värme under sommarhalvåret. Genom att hitta idealvinkeln för en solfångare med hänsyn till dess lokalisering kan den tillgängliga instrålningen optimeras. På våra breddgrader i Norrbotten når den optimala solvinkeln i förhållande till horisonten aldrig 50 grader. Solen lyser dessutom nästan helt med sin frånvaro under fyra vintermånader. Under den perioden är den högsta solvinkeln under tio grader. Då är ljusintensiteten så låg att det är omöjligt att utnyttja den med dagens solfångarteknik.

I framtiden kommer problemet med solinstrålningens nedgång under vinterhalvåret sannolikt att kunna lösas med lagring. Tekniker för lagring av värme är under snabb utveckling, men än så länge är kostnaderna för höga. Det finns ett flertal metoder för storskalig säsongslagring av värme under mark. En metod som anses ha stor potential är värmelagring i borrhål. I nybyggnadsområden som särskilt anpassats för solvärme (exempelvis via golvvärmesystem) sägs lagrad solvärme i vissa fall kunna konkurrera med konventionella uppvärmningssystem.

Solfakta

- Solen är vår närmaste stjärna och genom sin ofantliga storhet styr den med sin gravitations kraft planeternas rörelse. Solen beräknas vara 4,6 miljarder år gammal. Dess radie är 696 000 km och den består av 71% väte (H), 27% helium (He) och 2% övriga grundämnen. Vikten kan uppskattas till $1\,989 \times 10^{30}$ ton (333 000 gånger tyngre än jorden).
- Fusionen (sammansmältningen) av vätekärnor och heliumkärnor utgör den avgörande energi- alstrande processen i solen. Heliumkärnan blir lättare och denna skillnad i massa omvandlas till energi som avges i form av elektromagnetisk strålning. Den totala utstrålningseffekten från solen är $3,8 \times 10^{26}$ W. Av denna mängd träffar ca 170×10^{12} W jorden, vilket är 15 000 gånger mer energi än vad som konsumeras på jorden (1990).

Användning

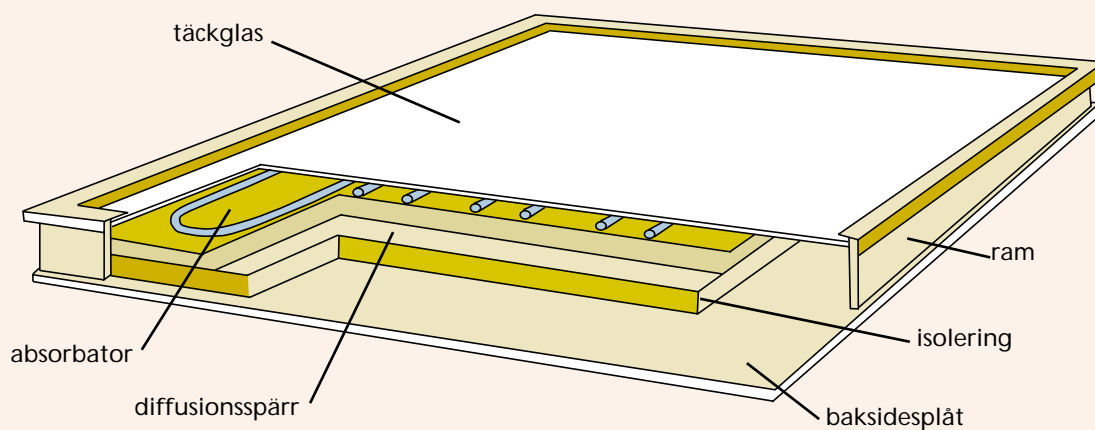
Under perioden 1991-1996 betalade Boverket ut investeringsstöd till 15 solvärmeanläggningar i Norrbotten. I snitt installerades tolv kvadratmeter solfångare per projekt i Sverige under de här åren. Omkring 95 procent av projekten var lokaliserade till småhus. Boverket räknade då med att en kvadratmeter solfångare producerade cirka 300 kWh per år. Utifrån denna utgångspunkt skulle de 15 solvärmeanläggningarna i Norrbotten ha producerat drygt 50 000 kWh solvärme per år.

Det kan ha genomförts ett antal solvärmeinvesteringar utan investeringsstöd under perioden 1991-1996. Det har sannolikt även genomförts en del investeringar före och efter denna period. På Borö pannen i Kalix/Övertorneå, uppger man exempelvis att företaget sålde ett mindre antal solvärmeanläggningar i Norrbotten i storleksklassen 5-10 kvadratmeter under 1999. Länsstyrelsens bostadsfunktion rapporterar att det nya solvärmebidraget (vilket infördes den 1 juni 2000) fram till den 30 april 2001 beviljats till 50 anläggningar i Norrbotten. Av de beviljade objekten var 45 småhus med en total solfångaryta på 390 kvadratmeter, fyra flerbostadshus (totalt 56 lägenheter) med en total solfångaryta på 247 kvadratmeter samt ett byahus med en solfångaryta på 15 kvadratmeter.

Leverantörer av solvärmeanläggningar uppger att efterfrågan på större solvärmeanläggningar, bland annat till badbassänger, ökat i länet. Potentiellt intressanta kunder i Norrbotten är exempelvis vedeldare som vill slippa elda under sommarhalvåret, ägare/intressenter av små fjärrvärmenät (närvärme) samt ägare av camping- och idrottsanlägg-

ningar. Det finns också ett antal solcellsanläggningar i drift i länet. Det går dock i dagsläget inte att få fram någon redovisning över samtliga solenergianläggningar i Norrbotten. Totalt sett handlar det dock om ett ytterst marginellt bidrag till Norrbottens energiförsörjning.

Plan solfångare



Källa: Solenergi, 1999

Teknik

Solvärme

Solvärmetekniken ska inte bara ses som ett medel att producera värme. Den ska även ses som ett medel för energihushållning. Via solfångare kan solvärme användas för att producera tappvarmvatten och husvärme. Men solvärme kan även användas passivt genom att hus byggs och orienteras på ett sätt som minimerar deras värmebehov via optimalt utnyttjande av solinstrålningen.

Dagens solvärmesystem har en genomsnittlig verkningsgrad på cirka 50 procent. Själva solfångaren är vanligen en välisolerad låda av aluminium eller något annat beständigt material. Värmen från solljuset tas upp av absorptorer i solfångaren. I direkta system är solkretsen direkt kopplad till värmelagret. I indirekta system, vilka är vanligast förekommande i Sverige, överförs värmen från solkretsen till värmelagret via en värmeväxlare. En fördel med indirekta system är att de alltid är i driftläge vilket innebär att de kan ta tillvara på all tillgänglig solinstrålning under året.

De indirekta solvärmesystem som byggs i Sverige består ofta av ett slutet system kopplat till en ackumulatortank eller varmvattenberedare. I solkretsen används en frostsäker vätska, vanligen glykolblandat vatten.

En solvärmeanläggning består oftast av

1. Solfångare
2. Varmvattenackumulator
3. Ledningar mellan solfångare och ackumulator
4. Mät- och reglerutrustning som säkerställer ett effektivt utnyttjande av solenergin

Typer av solfångare

1. Plana solfångare
2. Vakuumsolfångare
3. Koncentrerande solfångare
4. Lågtempererade solfångare

Vanligt vatten är i dag det överlägset mest lämpliga mediet för att lagra och distribuera värme. Det finns i dag inga andra alternativ som är lika funktionella, rationella och kostnadseffektiva.

I ett slutet system måste det förutom solfångare och ackumulator finnas expansionskärl, säkerhetsventil samt en manometer som visar det aktuella arbetstrycket. Det förekommer även system med "drain back" där expansionskärlet ersatts av ett dräneringskärl på ledningen mellan solfångaren och värmeväxlaren.

Det är viktigt att volymen på ackumulatortanken ställs i proportion till det eller de energilag som ska användas i kombination med solfångaren. En vedpanna kräver exempelvis en mycket större ackumulatortank än en elpanna. Andra faktorer som påverkar ackumulatortankens volym är det utrymme som finns till förfogande, värmesystemets framlednings- och returtemperaturer, distributionssätt (golvvärme, radiatorer, ventilation eller liknande), husets effektbehov samt behovet av effektutjämning (till exempel för att jämna ut tillskottseffekten från en värmepump).

Eftersom vårt kalla klimat kräver frostsäkra system domineras marknaden av solvärmesystem med pumpcirkulation. En fördel med pumpcirkulation är att ackumulatortanken kan placeras valfritt i förhållande till solfångaren.

Dagens moderna solfångare producerar i genomsnitt 320-400 kWh per kvadratmeter och år i Norrbotten. I södra Sverige ligger produktionen över 400 kWh per kvadratmeter och år.

Det finns tre olika monteringsalternativ för solfångare

1. Fristående på tak eller liknande. *Stora krav ställs på infästningen som ska klara vindlast, snölast och annan yttre påfrestning.*
2. Infällt direkt i tak. *Används vid nybyggnation.*
3. Monterade liggande direkt på tak. *Ofta en kostnadseffektiv lösning.*

I Norrbotten är vakuumsolfångare, vilka består av glasrör som tömts på luft, särskilt lämpliga. Deras effektiva isolering, med låga värmeförluster till följd, gör dem väl anpassade till det kalla klimatet.

En annan möjlighet är att komplettera solfångarna med reflektorer som tar hand om den solstrålning som annars skulle falla mellan eller utanför solfångarna. Istället ändras solstrålarnas riktning så att de träffar solfångarna. På det viset kan utbytet öka till uppemot 600 kWh per kvadratmeter och år. I Norrbotten kan det även vara lämpligt att använda sig av maximalt ljusreflekterande innerytor i växthus för att därmed förstärka och förlänga ljusinstrålningen mot växterna.

En faktor som är viktig när det gäller en solfångares verkningsgrad är arbetstemperaturen. Verkningsgraden ökar om arbetstemperaturen i solfångaren sänks eftersom en sänkning av arbetstemperaturen leder till minskade värmeförluster till omgivningen. Om medeltemperaturen i solfångaren sänks med 10 grader Celsius ökar värmeutbytet med cirka 15-20 procent. För vakuumsolfångare gäller dock att de har en hög verkningsgrad även vid stora temperaturdifferenser mellan värmebärare och omgivning. Vakuumsolfångarens nackdel har hittills varit det högre priset.

Det är viktigt att placera solfångarna så optimalt mot söder som möjligt. Skuggning bör undvikas. I Norrbotten, där solen har en flackare och längre bana över dagshimlen än söderöver, är det extra viktigt att tänka på solfångarnas placering. Här kan det vara lämpligt att dra nytta av de reflektionsmöjligheter mot snöytor, tak, väggar som står till buds för att kunna dra optimal nytta av solinstrålningen. Via den vita snöns reflexer kan solfångarens verkningsgrad öka med över tio procent. Lutningen på solfångaren bör bestämmas utifrån hur stor del av året den ska vara igång.

Näst efter solinstrålningen är vindhastigheten den viktigaste klimatfaktorn. I stora delar av Norrlands inland kompenseras den något lägre solinstrålningen till viss del av att där råder lägre medelvindhastigheter än i södra Sverige och vid kusten. I det enskilda fallet är dock de lokala

skuggeffekterna från exempelvis skog och hus av minst lika stor betydelse som den aktuella medelvindhastigheten.

Det är tekniskt möjligt att producera optimala solvärmesystem som täcker en stor del av årsvärmebehovet i Norrbotten. Men det förutsätter att det finns lämpliga säsongslagringssystem tillgängliga. I Norrbotten bör solvärme därför i första hand ses som ett komplement till andra uppvärmningssystem, baserade på exempelvis biobränslen, fjärrvärme eller bergvärme, vilka kan stå för värmeproduktionen under de hundra mörkaste dagarna på året när möjligheten att utnyttja solvärme är mycket liten.

Från april till september kan solvärmerna täcka upp till 80 procent av tappvarmvattenbehovet i Norrbotten. På årsbasis handlar det om en täckningsgrad på 40-50 procent av en normalfamiljs tappvarmvattenbehov.

I Norrbotten bör ett bra solvärmesystem kunna svara för 10-15 procent av ett småhus totala energibehov. Solfångare för fjärrvärme, så kallade högttemperatursolfångare, har en bättre prestanda men är dyrare i inköp än de enklare solfångarna. De tillverkas i större moduler vilket minskar värmeförlusterna. I södra Sverige satsas det i dag på projekt där solvärme kopplat till värmelager ska svara för upp till 75 procent av de boendes totala värme- och tappvarmvattenbehov.

I flerbostadshus

Dagens solvärmesystem för flerbostadshus bygger på konventionell VVS-teknik. Anläggningarna består av solfångare som värmer en vattenfylld lagringstank. I systemen kombineras solfångare med panna för exempelvis biobränsle. All lagring och uttag av värme och tappvarmvatten sker från en och samma ackumulatortank. Sedan 1980-talet har det installerats drygt 8 000 kvadratmeter solfångare för flerbostadshus i Sverige. I nya solvärmesystem för flerbostadshus fungerar solfångaren ofta både som taktäckningsmaterial och värmeproducent.

Under perioden 1975-1997 betalades det ut bidrag till totalt 170 000 kvadratmeter solfångare i Sverige. Det har visat sig svårt att följa upp marknadsutvecklingen ären därefter eftersom varken boverket eller energimyndigheten följt försäljningssiffrorna.

Det finns två huvudtyper av värmelager för solvärme; säsongslager och korttidslager. I säsongslager lagras solvärme från sommarsäsongen för att användas under vintern. Med hjälp av säsongslager kan solvärmens täckningsgrad för värme och tappvarmvatten stiga till upp till

50-60 procent i Norrbotten. Korttidslager används för att lagra solvärme från produktions- till konsumtionstillfället. De har bland annat till uppgift att skapa effektutjämning i fjärrvärmenät och gruppcentraler.

För bibränsleeldade blockcentraler och mindre fjärrvärmenät är solvärme ett intressant kompletteringsalternativ. Biobränsleeldade pannor har ofta en dålig verkningsgrad under sommarhalvåret och kan inte regleras ner mot den låga last som hänger samman med ett utnyttjande av enbart tappvarmvatten.

Dessutom behöver pannorna underhållas och repareras under lågsäsongen. Solvärmesystemets ackumulatorvolym kan vara användbar vintertid för att öka biobränslepannans täckningsgrad.

På grund av det stora värmebehovet på dessa breddgrader investerar husägarna i Norrbotten ofta i större värmepannor än husägarna i södra Sverige. Eftersom stora pannor arbetar med sämre verkningsgrader under låglasttid (sommарhalvåret) kan en investering i solvärme ses som ett medel att höja verkningsgraden i de norrbottniska värmesystemen. För vedeldare innebär det en minskad vedåtgång samt en förkortad eldningssäsong. Om det finns ett befintligt ackumulatorsystem tillgängligt kan investeringskostnaderna hållas nere.

Eftersom badsäsongen sammanfaller med solsäsongen är uppvärmning av bassängvatten ett av de mest lönsamma användningsområdena för solfångare. Arbetstemperaturen i en badanläggning ger bästa tänkbara verkningsgrad samtidigt som behovet av lågtempererad värme gör att enklare typer av solfångare kan användas, vilket skapar goda ekonomiska förutsättningar.

Olika former och system av solvärme

Passiv solvärme

Den infallande solinstrålningen magasineras i huskroppen.

Termisk solfångare

Ett medium i en sluten krets värms upp av solinstrålningen.

Dränerande system

Solfångarna töms när de inte är i drift. Fördelen är att giftfri vätska (vanligtvis vatten) kan användas som värmebärare. Nackdelen är den höga frysrisk i system som inte tömts ordentligt, vilket ställer höga krav på installatören.

Glykolsystem

Solvärmesystem som är i driftläge hela året. En glykolblandning (exempelvis glykolblandat vatten) används därför som värmebärare. Glykol blandat med vatten kan i vissa fall skada kopparrör inifrån. Glykolblandningen kan skiktas om den utsätts för temperaturchocker, till exempel kokning.

Brinesystem

Brinevätska är en relativt ny värmebärare. Liksom glykol består den av organiska kolvätekedjor. Den sägs ha goda värmebärande egenskaper och ska vara nedbrytbar i naturen. Resultat från långtidstester saknas.

Termosifonsystem

System där vätskan i solfångaren cirkulerar av egen kraft med hjälp av naturlagarna. En isolerad vattenbehållare placeras högre än solfångaren varvid det kalla vattnet faller ner av sin egen tyngd medan den uppvärmda vätskan stiger till behållarens övre del. Själv-cirkulationen innebär att det inte behövs någon cirkulationspump eller reglerutrustning. Klimatet samt svårigheten att placera behållaren ovanför solfångaren har hittills gjort systemet mindre intressant för Sveriges del.

Pool-solfångare

Enkla solfångare för uppvärmning av utomhuspooler. Ofta tillverkade i gummi eller plast. Eftersom solfångarna arbetar med låga temperaturer är de i regel oisolerade vilket medger en kostnadseffektiv konstruktion.

Luftsolvärmsystem

Solen värmer upp luften direkt. Antingen värms inomhusluften direkt i öppna system eller så kan luften cirkulera i ett slutet system av något slag, exempelvis för magasinering. Luft-solfångarna är enkla och därmed också billiga att bygga samtidigt som de fungerar vid väldigt låga arbetstemperaturer.

Olika typer av solvärmelager**Ståltankar**

Den överlägset vanligaste tekniken för lagring av solvärme. Inte minst när det gäller korttidslagring. Det finns tre typer av ståltankar; enkla ståltankar för värmelagring vid atmosfärstryck (vanligast för villamarknaden och i flerbostadshusprojekt), trycksatta ståltankar för värmelagring vid systemtryck (avsedda för mindre fjärrvärmenät och gruppcentraler) samt större ståltankar för värmelagring i atmosfärstryck med ångkudde som expansionsvolym (teknik enbart för större fjärrvärmenät).

Groplager

Groplager ligger ofta i nivå med markytan och består av ett tätskikt kompletterat med isolering. Konstruktionen ska reducera värmeförlusterna och samtidigt hålla nere investeringskostnaderna.

Bergumslager

Värmelager i underjordiska, vattenfyllda och helt oisolerade bergum är den i dag bästa tekniken för säsongslagring av solvärme. Anläggningskostnaderna är dock relativt höga, vilket riktat intresset mot möjligheten att återanvända gamla beredskapslager för olja.

Borrhålslager

I borrhålslager lagras värme eller kyla i berggrunden. Metoden är storskalig och kräver stora volymer, ofta flera 100 000 kubikmeter. Berggrunden, vilken ofta överlagras av ett jordskikt, genomborras av ett stort antal borrhål (ofta flera hundra). Lagringsvolymen definieras av berget mellan borrhålen. Målet är att få en någorlunda kompakt utbredning av borrhålen i syfte att minimera energiförlusterna. I borrhålen, vilka utgör systemets värmeväxlare, monteras rörsystem

genom vilka värmebäraren cirkulerar. Dessa system kan användas med eller utan värmepump. Det finns även varianter av denna lagringsmetod i leror och lösa jordarter. I dessa motsvaras borrhålen av vertikala eller horisontella slangsystem i jorden.

Saltlager/kemisk värmepump

Solvärme används för att torka salt vilket innebär en inlagring av värme. När vattenånga tillförs frigörs samma mängd värme som gick åt för att torka saltet.

Solel

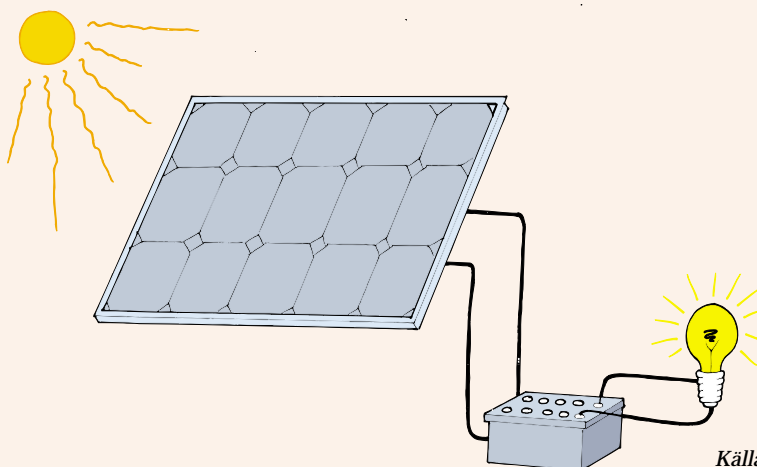
Solcellstekniken upptäcktes redan 1839 av en fransman vid namn Edmund Becquerel. Den praktiskt tillämpade solcellstekniken, som i första hand genererar likström, tog dock inte fart förrän på 1950-talet då halvledartekniken blev tillgänglig. I dag är medelverkningsgraden för en solcell cirka 15 procent.

När solcellen belyses blir framsidan negativt laddad medan baksidan får en positiv laddning. Det skapar en vandring av elektroner varmed ström alstras.

Energiproduktionen från en solcellsmodul står i ett i det närmaste linjärt förhållande till solinstrålningen vilket innebär att även små höjningar av solinstrålningen kan tas till vara. Solceller kan monteras på tak på flera olika sätt. De kan också monteras på fasader. Det går att nätan-sluta en solcellsanläggning varmed den kan leverera el både till den byggnad där den är placerad och till elnätet. På det viset lagras solelen. Ett annat sätt är att ackumulera solel i batterier.

Ett funktionellt och billigt sätt att öka elproduktionen från solcellsanläggningar vintertid, när solen står lågt på himlen, kan vara att montera en reflektor på ovansidan som reflekterar ner det låga solljuset mot solcellerna. Med en sådan placering skyddar reflektorn dessutom solcell-

Solcell



Källa: Solvärmeboken, 1998

erna från snö och frost. För att inte reflektorn ska få en skuggande effekt sommartid, när solen står högt på himlen, bör den enkelt kunna tas bort eller vinklas ner.

Solceller producerar elektricitet direkt ur solinstrålningen och kan användas i alla systemstorlekar, samt mobilt på båtar i husvagnar, elbilar och liknande. Solcellstekniken kan kombineras med andra typer av elgeneratorer i "solcells-hybrid-system", exempelvis tillsammans med vindkraft.

Via elektrolys kan solenergi även användas för att producera vätgas, vilket ses som en framtida möjlighet i områden med mycket stor solinstrålning (ökenområden och liknande). En annan intressant teknik är så kallade Thermo photo voltaics, det vill säga solceller vilka direkt omvandlar värmestrålning till elektricitet.

Status

Det som ska beaktas vid solenergiinvesteringar är räntebelastning och alternativ kostnad tillsammans med den troliga energiprisutvecklingen. Driftkostnader och miljöskäl bör också vägas in.

Solvärme

Livslängden för solvärmesystem är direkt avgörande för lönsamheten. Över 15 års erfarenhet från solvärmeanläggningar visar att det inte är realistiskt att räkna med avskrivningstider på upp till 25 år för den typen av investeringar. Drift- och underhållskostnaderna för moderna solvärmeanläggningar är mycket låga. De utgör bara några få procent av investeringskostnaden för större system och upp till en hundralapp per år för villaanläggningar.

Allt sedan solvärmerna introducerades på den svenska marknaden har den subventionerats i någon form. Bidragens storlek och utformning har dock varierat. De tidigare solvärmebidragen har främst fungerat som teknikstöd i avsikt att ge forskare och fabrikanter en chans att utveckla, marknadsföra och tillverka solfångare och värmesystem. Parallellt med teknikstödet har staten givit forskningsstöd till större solvärmeprojekt och enskilda forskningsenheter som arbetet med solenergiprojekt.

Det förra solvärmebidraget togs bort årsskiftet 96/97. Den 1 juni 2000 infördes ett nytt investeringsstöd till solvärme. Stödet är begränsat till 2,5 kronor per kWh och år, dock högst 7 500 kronor för villor, 5 000 kronor för flerfamiljshuslägenheter och 5 000 kronor per bostadsanknuten lokalyta.

Det krävs inget särskilt tillstånd för att uppföra takbaserade solfångare vid nybyggnationer. Vid installation på befintliga byggnader krävs bygglov inom områden med detaljplan. Utanför detaljplanelagt område krävs som regel inget bygglov. För större solvärmeanläggningar krävs nästan alltid bygglov. Information om gällande regler förmedlas av respektive kommun.

Solel

Solcellsanläggningar är dyra i inköp. Den samlade livscykelkostnaden under en period av 20 år (den totala livslängden är troligen ännu längre) torde dock inte ligga särskilt högt över initialkostnaderna. För solcellsanläggningar utanför kraftnätet är det byte av batterier som svarar för huvuddelen av drift- och underhållskostnaderna.

Enligt regeringen kommer inte de traditionella kiselsolcellerna att kunna bli konkurrenskraftiga i nätanslutna elsystem. Den avgörande framgångsfaktorn anses vara kommersiell tillverkning av tunnfilmssolceller. Regeringen gör bedömningen att kostnaden för tillverkning av tunnfilmssolceller kommer att kunna sänkas till en tillfredsställande nivå på tio års sikt.

Sverige har varit förhållandevis passivt inom solcellsområdet. Till skillnad från ett flertal länder inom EU har Sverige inte haft något investeringsstöd för solceller.

Det krävs inget särskilt tillstånd för uppförande av en takbaserad solcellsanläggning. Solcellsanläggningen behandlas istället i samband med normal bygglovshantering. Vid installation på befintliga byggnader krävs bygglov inom områden med detaljplan. Utanför detaljplanelagt område krävs som regel inget bygglov.

Den 1 november 1999 upphörde det så kallade leveranskoncessions-systemet. För ägare av småskaliga produktionsanläggningar för vattenkraft, vindkraft eller solel innebär detta att den som säljer el inom lokalområdet inte längre behöver ta emot lokalt producerad kraft och betala skälig ersättning för detta. Som en kompensation införs ett tillfälligt produktionsbidrag (9 öre per kWh) för små elproducenter under år 2000 i avvaktan på en långsiktig lösning.

Miljöeffekter

Utnyttjandet av solenergi orsakar inga kända miljöproblem i dag. Men det finns anledning att titta på hur tillverkningen av solfångare och framför allt solceller går till, vilka material och ämnen de innehåller, hur länge de håller, hur de kan återvinnas och liknande.

Solvärmetekniken är ett miljöanpassat uppvärmningsalternativ. Värmeproduktionen ger inga utsläpp. Den förorenar inte. Och den innebär inget slöseri med naturresurser. Själva lokaliseringen av solfångarna kan dock hamna i konflikt med andra intressen, exempelvis kulturmiljövården.

Vid elproduktion med solceller används solljuset som bränsle. Själva energiproduktionen ger inte upphov till några utsläpp. Eftersom solceller saknar rörliga delar produceras elektriciteten helt ljudlöst. Solceller orsakar ingen skadlig strålning och kräver inget kylvatten.

Den vanligaste typen av solcell är uppbyggd av kristallina kiselceller och energikrävande att tillverka. Solceller av tunnskiktstyp är mindre energikrävande att tillverka men innehåller miljöfarliga metaller. Såväl vid tillverkning som vid skrotning frigörs giftiga ämnen. Vid skrotning är det främst kadmium och indium som utgör de stora miljöhoten.

För solceller är det viktigt att värdera effekterna av hela produktionskedjan inklusive råvarubrytning, transporter, produktionsteknik, återvinning och skrotning. Vid ett scenario då enskild solcellsteknik täcker hela det globala primärenergiebehovet blir vissa material ingående i solcellsmodulerna kritiska resurser, främst indium, tellur och germanium.

Kunskapen om och erfarenheterna av de "nya" solcellsmetallernas hälso- och miljöeffekter är dock fortfarande knappa. Till den gruppen räknas indium och tellur. Solcellsmetallen kadmiums giftighet är dock välkänd. Kadmium hämmar växters fotosyntes och tillväxtprocess. För människor hänger hälsoriskerna med kadmium främst samman med risken för skador på njurar, lungor och immunförsvaret.

Potential

Energi

Det är i dag omöjligt att förutsäga hur den framtida marknaden för solceller kommer att se ut i Norrbotten. Det står dock klart att den framtida potentialen för solex på världsmarknaden är långt större än den för solvärme, som i dag är inne i en kraftig expansionsfas i Europa.

När solceller väl blivit ekonomiskt konkurrenskraftiga kan expansionen bli lavinartad.

Det är även svårt att uttala sig om solvärmepotentialen inom den offentliga sektorn och industrin i Norrbotten, även om det framledes exempelvis kan finnas utrymme för lägkvalitativ värme från solfångare inom dessa sektorer. På hushållssidan bör det dock på lång sikt vara möjligt att täcka minst tio procent av de norrbottniska hushållens totala energibehov med hjälp av solenergi (främst med hjälp av solfångare). Räknat utifrån Norrbottens energikontors sammanställning över de norrbottniska hushållens totala energianvändning 1998 (cirka 3 500 GWh) innebär det att solvärmens i framtiden, med en oförändrad energiförbrukning för hushållens del, skulle kunna svara för en energiproduktion motsvarande cirka 350 GWh per år. Med tanke på solenergens ytterst marginella tillskott till Norrbottens energiförsörjning i dag kan dock 50 GWh ses som en rimligare målsättning för den närmaste tioårsperioden. Mycket hänger på energiprisets utveckling, de tillgängliga bidragsformerna samt systemutvecklingen.

Sysselsättning

Det är inte orimligt att räkna med att en framtida övergång till solvärme kan generera totalt omkring 15 årsarbeten per producerad GWh under installationsfasen, förutsatt att den inhemska marknaden får utvecklas. I så fall skulle en målinriktad satsning på solvärme i syfte att nå tio procents täckning för hushållen i Norrbotten kunna generera 200-250 årsarbeten under 20-25 år framåt, varav en betydande andel förhoppningsvis skulle kunna tillfalla Norrbotten (omkring en tredjedel av årsarbetena skapas exempelvis på monteringsidan) som redan i dag har framgångsrika tillverkningsindustrier inom såväl solvärme- som solcellssektorn.

Allmänt

Att minska utsläppen av växthusgaser (bland annat koldioxid) anses vara en av de största utmaningarna på miljöområdet de kommande decennierna. Fossila bränslen (kol, olja och fossilgas) består till största delen av kolväten som finns lagrade i jordskorpan. Förbränning av fossila bränslen resulterar i en nettoökning av atmosfärens koldioxidhalt. Vid förbränning av kol och olja frigörs dessutom förorenande ämnen som svavel, kväve och tungmetaller.

Solenergin utgör en enorm energikälla. Solens strålar bär med sig 15 000 gånger mer energi till jorden än vad människorna använder globalt. Denna energi kan användas direkt, exempelvis med hjälp av solpaneler och solceller, eller indirekt som bioenergi (exempelvis trädbränslen), vattenkraft, vindkraft eller vägenergi.

Solvärme

Tillväxten på marknaden för solfångare är relativt god. De dominerande europeiska marknaderna (exklusive medelhavsländerna) är Österrike, Holland och Tyskland. Vid en jämförelse mellan världens länders bestånd av solfångaranläggningar per capita kom Sverige på sjätte plats 1995 - vilket framför allt beror på den relativt kraftiga spridningen under 1980-talet. Under 1990-talet har den svenska marknaden stagnerat medan andra marknader utvecklats mycket väl. Ungefär hälften av den svenska marknaden för solvärme är en "självbyggar-marknad" inriktad mot en liten nisch av "gröna kunder". Den svenska marknaden är tydligt underutvecklad även om det under senare år märkts ett ökat intresse för solvärme bland byggföretag, fastighetsföretag och sjukhus.

Kompetensmässigt ligger de svenska tillverkarna av solfångare och solvärmesystem långt framme. Som ett bevis på detta kan Sverige stoltsera med två av världens största solfångarfält för produktion av värme. De finns i Nykvarn utanför Södertälje och i Falkenberg. Den teknik som är den mest gångbara i dag utvecklades i Sverige i början av 80-talet. Under 2000-2001 byggdes dessutom en stor solvärmeanläggning i Kungälv. Den har en total solfångaryta på 10 000 kvadratmeter och beräknas producera 4 GWh värme per år.

Solel

Solel är tillsammans med vindkraft de snabbast växande energislagen i världen i dag. Tillväxttakten för solceller var under 1997 hela 38 procent. Den teoretiska potentialen för solel är stor. Solceller med en sammanlagd yta motsvarande en fjärdedel av sjön Vänern skulle räcka för att täcka hela Sveriges elbehov.

Den svenska solcellsmarknaden är i dag inriktad på fritidssektorn där solcellerna används för att producera elektricitet för mindre elintensiva komponenter och stödbelysning utanför det ordinarie elnätet. Andra användningsområden är drift av fyrar för sjöfarten (samtliga svenska fyrar är i dag solcellsdrivna), belysning av vägmärken samt försörjning

till telestationer och rymdsatteliter. Det pågår intensiv forskning inom solcellsområdet. Med nya material och tunnfilmsteknik kan solcellerna gå en ljus framtid till mötes på den svenska marknaden.

För att uppnå en snar och stor expansion av den inhemska solcellsmarknaden krävs dock sannolikt en systemutveckling inriktad mot massproduktion av systemkomponenter (ackumulatorer och regulatorer) och förenklade monteringsarbeten.

Fördelar med solel

1. Hög tillförlitlighet under livstiden, som är längre än 25 år
2. Låga drift- och underhållskostnader när investeringskostnaden är avklarad
3. Miljövänlig
4. Anpassningsbar ifråga om användningsområden och energisystem
5. Teknik under snabb utveckling
6. Mobil

Nackdelar med solel

1. Ger i första hand likström
2. Kräver lagringssystem
3. Mycket dyr med dagens teknik

Källor

Energiläget år 2050 (1998). Naturvårdsverket.

Energi i Uppsala län - en kunskapsöversikt (1998). STUNS
(Samverkan mellan universiteten i Uppsala, näringsliv och samhälle).

Influence on solar collector energy output by annual climate variation
(1999). Uppsala universitet/Vattenfall utveckling AB.

Muntlig och skriftlig information av Lars Andrén (2000). Drivkraft,
Falkenberg.

Photovoltaics in cold climates (1999). IEA International energy agency.

Regler för lokala energisystem (1999). En översikt. Energimyndigheten.

Renewable energy technology: A new swedish growth industry?
The influence of innovation systems on industrial development (1999).
Chalmers tekniska högskola.

Solel 97-99 - Ett branschgemensamt FoU-program. Elforsk rapport 99:5.

Solenergi- praktiska tillämpningar i bebyggelse (1999).
AB Svensk byggtjänst.

Solvärmeteknik för badanläggningar i Arvidsjaur kommun (1999).
Examensarbete. Luleå tekniska universitet.

Solvärmeboken (1998). ICA bokförlag.





Spillvärme

Ansvariga

Tore Nilsson, Magnus Wemmenhag
(examensarbete, ingenjörsprogrammet, Luleå tekniska universitet)

Nuvarande energiproduktion

Cirka 190 GWh återvunnen spillvärmeenergi per år.

Energipotential

Cirka 4 400 GWh identifierade stora spillvärme-flöden (över +20 grader Celsius) per år. (Även spillvärmeflöden under eller lika med 20 grader Celsius kan utnyttjas för uppvärmningsändmål, exempelvis för förvärmning av varmvatten eller för uppgradering med hjälp av värmepump)

Sysselsättningseffekt

På kort sikt – ett visst tillskott. På lite längre sikt – ingen nettoökning.

Tillgång

Beräkningar av vid intervjuer identifierade spillvärmeflöden vid Assidomän Karlsborg, Assidomän kraftliner, Inexa profil AB, LKAB (Kiruna, Svappavaara och Malmberget), SCA Munksund, Lukab och SSAB Tunnpålat visar på ett totalt energiinnehåll på cirka 4 372 GWh per år (utifrån tillgänglig spillvärme, exklusive kondensationsvärme, ner till 20 grader Celsius).

Tillgången av spillvärme är allra störst under sommaren när behovet är minst.

Självklart finns det ansevära mängder värmeenergispill även på annat håll i länet. Men om man väljer att utgå från de lättillgängliga, kontinuerliga och väl definierade spillvärmeströmmarna så är slutsatsen att de mest intressanta spillvärmeflödena finns inom de ovan nämnda industrierna.

Förutom de ovan identifierade och beskrivna spillvärmeflödena finns det andra former av spillenergi som till viss del återvinns, exempelvis brännbara gaser från SSAB i Luleå. Lulekraft AB redovisade år 2000 att bolaget tog tillvara cirka 1,8 TWh överskottsgaser som med SSAB:s nya masugn successivt kommer att öka till 2,7 TWh. Till detta ska läggas energitillskottet i de ökade kylvattenmängder som följer med den nya masugnen. Vid överskott på högvärdig värme sommartid (exempelvis vid fackling av gas) är det i vissa fall möjligt att säsongslagra värme till vintern.

Användning

På tre platser i länet, Assidomän kraftliner i Piteå, LKAB i Kiruna och SCA i Munksund, har återanvändning av spillvärmeenergi kunnat påvisas.

Användning av spillvärme (utanför respektive företag) i Norrbotten

Företag	Mottagare	Användningsområde	Energi GWh/år	Anmärkning
Assidomän Kraftliner i Piteå	Pite Energi	Fjärrvärme	160	Energin är den som avges till nätet
LKAB Kiruna	Kiruna Energi	Fjärrvärme	22	Energin är den som avges till nätet
SCA Packaging Munksund	Pitehavsbad	Uppvärmning av anläggning	7.7	Vattnet skickas enkel resa till Pitehavsbad, energin räknas över 20° C

Teknik

Möjlig teknik för utnyttjande av spillvärmen är:

Återvinning

- Värmeväxling
- Tillvaratagande av kondensationsvärme ur rökgaser och våtluft från torkning. Här finns mycket energi att tillgå. Men det är inte helt problemfritt eftersom det finns vissa tekniska svårigheter i form av syrautfällning och liknande. Dessutom handlar det om en relativt lågvärdig värme.

Kvalitetshöjning

- Temperaturen på den tillgängliga värmen kan höjas med hjälp av en värmepump. Man kan använda en kompressor- eller en absorptionsvärmepump. Alla värmepumpar kräver någon form av drivenergi. I en konventionell kompressorvärmepump tillförs energi via en kompressor vilken tillförts mekanisk energi, vanligtvis från en elmotor. I en absorptionsvärmepump utgörs drivenergin i huvudsak av värme (en försumbar mängd el tillförs cirkulationspumpen). Fördelen med en absorptionsvärmepump är att den kan ge högre nyttotemperaturer, samt högre temperaturdifferenser mellan värmekälla och nyttoställe, än en kompressorvärmepump.

Ackumulering

I fall där tillgång och behov av värme inte sammanfaller går det att utjämna variationerna med hjälp av ackumulering (lagring) i:

- tankar (korttidsackumulering)
- bergrum (långtidsackumulering)
- borrhål, så kallade borrhålsvärmelager (långtidsackumulering)

Transport till slutanvändare

- Konventionellt fjärrvärmesystem
- Är det långt mellan konsument och spillvärmekälla kan varmt vatten transporteras i ett plaströr till en fjärrvärme-/värmepumpanläggning. Efter att energin tagits tillvara pumpas vattnet ut i naturen.

Status

Regeringen verkar för en energipolitik som ska främja en omställning av energisystemet. Det handlar bland annat om att minska användningen av el för uppvärmning, vilket öppnar vägen för energiutvinning ur spillvärme.

Nu diskuteras förslag som kan leda till ökade energiskatter. Hur dessa skatter ska utformas är ännu inte klart. Men om de föreslagna skatter som nu är aktuella införs kan de komma att stärka spillvärmens ställning i förhållande till el och olja.

Utnyttjande av spillvärme är momsbelagt. Några andra avgifter finns inte för tillfället. Om spillvärme beläggs med avgifter som riskerar att drabba fjärrvärmekunderna i form av höjda avgifter kan spillvärmerna få svårigheter att hävda sig på den framtida marknaden. Om industrin skulle drabbas av en avgift för utsläpp av exempelvis vatten med en viss temperatur (där energin inte utför något nyttigt) torde å andra sidan utnyttjandegraden öka. En sådan avgift kan dock vara svår att utforma.

Priset på spillvärme avgörs i förhandling mellan säljare och köpare. Ett pris kring 110 kronor per MWh är i dag (hösten 1999) inte orimligt för värme som kan utnyttjas direkt i ett fjärrvärmennät. I ett läge då det krävs stora investeringar för tillvaratagande, kvalitetshöjning och transport till användaren sänks dock betalningsviljan.

Miljöeffekter

Om utnyttjandet av spillvärmeenergi ökar minskar förbrukningen av andra energislag. Därmed kan en ökad användning av spillvärme för uppvärmningsändamål mycket väl resultera i:

- minskad oljeförbrukning
- minskad användning av elvärme
- minskad biobränsleanvändning

Att oljeförbrukningen minskar har en självklar positiv inverkan på miljön inte minst vad gäller transporter och utsläpp av exempelvis koldioxid, svaveldioxid, kväveoxider och kolväten vid raffinering (rening) och förbränning. På elsidan är situationen en annan. Det råder i dag ingen brist på el för egen förbrukning i länet. Elproduktionen i Norrbotten är dessutom så gott som fri från utsläpp. Skadan, i form av omfattande miljöförstöring i samband med regleringar av älvarna, är så att säga redan skedd. Om länets elförbrukning minskar kan dock försäljningen av el till andra regioner öka. I det europeiska elsystemet råder det i dag

brist på el från förnybara energikällor.

När det gäller valet mellan spillvärme och biobränslen handlar det mer om huruvida det är klokt att transportera och använda biobränslen för uppvärmningsändamål om det finns en stor industri med utvinningsbar spillvärme inom nära räckhåll.

Återvinning av värme ur vatten eller luft som är på väg att lämna en industri eller annan byggnad behöver annars inte medföra någon miljöpåverkan. I de fall återvinningen sker med hjälp av värmepump kan den dock ge upphov till ett visst buller. Det köldmedium som används i värmepumpen kan också påverka miljön.

Potential

Energi

Problemet med att nyttja spillvärme hänger bland annat ihop med de kostnadsökningar som uppkommer när spillvärmens ska transporteras långa sträckor. Därför begränsas antalet tänkbara spillvärmeprojekt avsedda för fjärrvärme som regel till de områden som ligger i spillvärmekällans omedelbara närhet.

Energipotentialen för utnyttjande av spillvärme är annars helt beroende av de ekonomiska förutsättningarna. För närvarande är dessa dystra när det gäller projekt som rör fjärrvärme. Två tänkbara spillvärmeprojekt med inriktning mot fjärrvärme har studerats översiktligt: Svappavaara och Karlsborg. Kostnaderna för dragning av fjärrvärmekulvert är i båda fallen så pass höga att det bör finnas någon större förbrukare i närheten av spillvärmekällan för att projekten ska bli riktigt intressanta. Detta för att kulvertens påverkan på det slutgiltiga energipriset ska bli så lågt som möjligt.

Om man kunde använda spillvärmens direkt för uppvärmningsändamål (utan värmeväxling) skulle utrustnings- och driftkostnader bli lägre vilket i sin tur skulle kunna leda till ökad lönsamhet. Några tänkbara användningsområden är uppvärmning av:

- fiskodlingar
- frukt- och grönsaksodlingar, exempelvis i växthus
- utomhusbad
- gator, vägar och landningsbanor på flygplatser (därigenom kan man minska kostnaderna för snöröjning vintertid)

Sysselsättning

I inledningsskedet, när värmeåtervinningsanläggningar och fjärrvärme-system byggs upp, kommer sysselsättningen att öka. På lite längre sikt kan ett ökat utnyttjande av spillvärme skapa en del arbetstillfällen, främst i direkt anslutning till de samhällen där industrierna ligger eftersom det är där spillvärmekällorna finns. Det är dock tveksamt om detta leder till någon nettoökning av den totala sysselsättningen. Troligtvis slutar det med ett nollresultat.

Allmänt

All energi som tillförs en slutanvändare lämnar också denna. En liten del av den energi som tillförs industrin återfinns i produkterna. Det absolut största utflödet av energi sker dock i form av värmeenergispill till omgivningen. Exempel på värmeenergispill är:

- Värmetransport som sker genom väggar mot den omgivande temperaturen. Denna spillvärme är svår att ta tillvara, men spillvärmeflödet kan minskas genom isolering.
- Rökgaser, kylvatten och processvatten vilka har en högre temperatur än omgivningen.
- Heta/varma produkter som tillåts svalna eller kyla utan att värmeenergin tas tillvara.

För att spillvärmeflöden ska vara intressanta ur återvinningssynpunkt måste de uppfylla vissa krav vad gäller temperatur, flöde och tillgänglighet. Allting som håller en temperatur över absoluta nollpunkten (0 Kelvin eller $-273,15$ grader Celsius) innehåller värmeenergi. Allting som har en temperatur över omgivningens har en potential för utvinning av värmeenergi. Risken för bakterietillväxt bör dock beaktas vid användning av spillvärmtemperaturer under $+ 55$ grader Celsius. Den lägsta temperaturen vid vilket ett spillvärmeflöde är intressant för återvinning är ofta $+ 20$ grader Celsius. Det beror dels på att $+ 20$ grader Celsius är normal rumstemperatur, varför en värmeavgivande yta måste vara varmare än så för att energi ska transporteras ut i rummet.

Under sommarperioden, då utomhustemperaturen ligger runt $+ 20$ grader Celsius, går det dessutom inte att utvinna någon värmeenergi ur ett spillvärmeflöde som håller samma eller lägre temperatur. Under vinterperioden, då omgivningen kan ha en temperatur på $- 20$ grader Celsius, ökar den omvandlingsbara delen av värmeenergin i spillvärmeflödena. Det innebär att även spillvärmeflöden kallare eller lika med

+ 20 grader Celsius kan vara intressanta för utvinning av värme, exempelvis för förvärmning av varmvatten eller för uppgradering med hjälp av värmepump.

Användning av spillvärme för energiändamål handlar främst om att ta tillvara den energi som finns i kylvatten, avloppsvatten och ventilationsluft. Spillvärme kan dels utnyttjas internt för eget bruk, dels för värmeförsel externt till exempelvis fjärrvärmenät.

Samtliga basindustrier i Norrbotten är energikrävande. Trots insatser för att effektivisera processer och höja verkningsgrader i maskiner och övrig utrustning förekommer det stora utsläpp av spillvärme. I vissa fall tas en del av spillenergin tillvara för externt bruk. Så är exempelvis fallet i Kiruna där spillvärmen från LKAB:s kulsinterverk leds över till Kiruna värmeverks ledningsnät. Liknande förhållanden råder mellan Assidomän i Piteå och Piteå energiverk. SCA i Munksund levererar spillvärme till Pitehavsbad och Lukab tar hand om brännbar överskottsgas från SSAB i Luleå. Lukab i sin tur tvingas dock av olika skäl släppa ut stora värmemängder till Hertsöfjärden. Omräknat till oljeekvivalenter motsvarar detta utsläpp cirka 40 000 kubikmeter olja per år. Energiinnehållet i den mängden olja utgör cirka 400 GWh per år, vilket är detsamma som det årliga värmebehovet i cirka 16 000-20 000 normalstora norrbottensvillor. Efter planerade om- och tillbyggnader av Lukabs kraftvärmeverk beräknas omkring 1 TWh (1 000 GWh per år) värmeenergi gå ut i atmosfären och vattnet till ingen nytta. Detta vatten håller dock så pass låg temperatur (cirka 20 grader Celsius) att det i dag inte betraktas som särskilt intressant ur värmeåtervinningsynpunkt.

Det ideala fallet vid utnyttjande av industriell spillvärme i fjärrvärmenätet är troligen ett fjärrvärmesystem där alla hus har vattenburen golvvärme och tappvarmvattnet värms upp på annat sätt. Med ett sådant system kan det värmebärande vattnet hålla en lägre temperatur än vid konventionella system som kräver temperaturer på 45-55 grader Celsius.

Källor

- Combustion and gasification in theory and practice (1997).
Luleå tekniska universitet.
- Energiflödena vid SCA Packaging Obbola AB (1994).
Luleå tekniska högskola.
- Energi- och Exergiflöden i stålframställningsprocesser
vid SSAB Luleå (1989). Chalmers tekniska högskola.
- Energiteknik (1990). Studentlitteratur.
- Miljörapport 1997, Kiruna.
- Miljörapport 1997, Malmberget.
- Miljörapport 1998, SSAB Tunnbrät AB i Luleå.
- Miljörapport 1997, Svappavaara.
- Potential för energiöverföring från SCA Nordliner
till Pite havsbad (1994). ÅF-Energikonsult Stockholm AB.
- Småskalig fjärrvärme i Antnäs (1998). Luleå tekniska universitet.
- Sorptionsvärmepumpen (1984). Luleå tekniska högskola.
- Spillvärme vid aluminiumsmältverket i Mosjen (1999).
Luleå tekniska universitet.
- Värmeåtervinnings- och rök-gaskondenseringsanläggning (1987).
Bygghökningsrådet.





Torv

Ansvariga

Karl-Erik Ek, Keek biobränslen, Bengt Landström, länsstyrelsen, Gunnar Nilsson, länsstyrelsen, Tord Pettersson, Norrbottens energikontor

Nuvarande energiproduktion

Den totala torvproduktionen i Norrbotten uppgick 1997 till cirka 0,5 TWh

Energipotential

Den årliga tillväxten på de bättre objekten i Norrbotten (över 50 hektar och i bra lägen) motsvarar en energipotential, efter att de mycket skyddsvärda och skyddsvärda arealerna skyddats från torvbrytning, på omkring 0,06-0,08 TWh bränsle*. Det är klart mindre än de 0,5 TWh som bryts i dag. Med en fortsatt torvbrytning i nuvarande takt kommer dock de tillgängliga, bättre objekten att räcka i många hundra år framåt. Dagens brytningsnivå ryms dock väl inom ramen för tillväxten på hela den norrbottniska torvarealen nedanför fjällkedjan, vilken motsvarar 2,6-3,6 TWh bränsle* per år.

Sysselsättningseffekt

Enligt Svenska torvproducentföreningen genererar utvinning och förbränning av torv cirka 300 årsarbeten per TWh. Utifrån dessa beräkningar genererar den nuvarande torvutvinningen i Norrbotten cirka 150 årsarbeten.

**Begreppet bränsle kan här innefatta produktion av såväl värme som el. Energiutbytet, i form av den värme och/eller el som kan tillgodogöras, avgörs av verkningsgraden i respektive produktionsanläggning.*

Tillgång

Sverige har de rikaste torvtillgångarna inom EU. Sverige är i dag beroende av import av kol och olja för att klara sin energiförsörjning. Torv är ett inhemskt bränsle och enligt riktlinjerna i det senaste energipolitiska beslutet ska sådana prioriteras.

Sveriges i särklass myrrikaste län är Norrbotten. Inom de delar av länet som ligger nedanför fjällkedjan, uppgår myrmarksarealen enligt topografiska kartan till cirka 1 850 000 hektar (18 500 kvadratkilometer) eller 24 procent av den totala arealen. Största myrmarksarealen (39 procent) finns i Gällivare-Pajalaområdet och den minsta i Arjeplogsområdet. Den norrbottniska torven består till största delen av starrtorv, som även i låghumifierat tillstånd (låg nedbrytningsgrad) har ett högt värmevärde. Därmed kan de norrbottniska myrmarkernas energivärde per ytenhet jämföras med energivärdet i sydligare myrmarker, vilka ofta har större mäktighet men lägre energiinnehåll.

I ett uthålligt system får inte uttaget av torv överskrida tillväxten. Den årliga torvtillväxten i Norrbotten är 0,3-0,4 millimeter.

Torvbranschen vill öka uttaget

Enligt Svenska torvproducentföreningen (STPF) uppgår den totala tillväxten av torv till cirka 18-20 TWh medan uttaget växlar mellan 2-5 TWh per år. Eftersom den nationella torvtillväxten väsentligt överstiger uttaget anser föreningen att torv bör klassificeras som ett förnybart bränsle. STPF anser i ett remissyttrande till klimatkommittén (2000-09-05) att det framtida uttaget av torv bör uppgå till 6-11 TWh per år.

Användning

Som energikälla används torv främst för att producera fjärrvärme. Den totala torvproduktionen i Norrbotten uppgick 1997, som var ett bra torvår till skillnad från 1998 som var ett extremt dåligt torvår, till cirka 0,5 TWh. Torvproduktion pågår inom tolv koncessionsområden i länet med en sammanlagd koncessionsareal på 4 232 hektar samt inom 27 hektar med enbart täktillstånd. Den aktiva produktionsytan är 1 200 hektar. Därutöver finns det sju koncessioner med en sammanlagd areal av 3 261 hektar där produktion ännu ej påbörjats. Inom några av dessa områden har mindre dikningsarbeten utförts. Den totala koncessionsarealen i länet är således 7 493 hektar.

Under 1997 och 1998 förbrändes det omkring 0,39 TWh torv i länets fjärrvärmeverk. Den huvudsakliga förbrukningen av inhemsk brännertorv

sker inom värmeverken i Kiruna, Gällivare och Boden. Behovet av bräntorv vid värmeverken i Kalix och Haparanda fylls genom leveranser från Finland. Dessutom har det förekommit leveranser av norrbott-nisk bräntorv per järnväg till Örebroområdet.

Produktionsvolym och sortiment i Norrbotten 1997

Frästorv	401 000 kubikmeter (motsvarande 340 000 MWh)
Stycketorv	141 000 kubikmeter (motsvarande 175 000 MWh)
Växttorv	5 000 kubikmeter

Produktionen av torv är väderberoende varför produktionen varierar mellan åren.

Teknik

Innan torvbrytning kan ske måste myrytan avverkas och dikas. De metoder för torvbrytning som används i dag är främst frästorvmetoden och stycketorvmetoden. Med frästorvmetoden når man upp till tio skördar per säsong medan stycketorvmetoden kan ge 2-3 skördar per säsong. Frästorven fräses eller harvas loss från mossens ytlager. Den har pulverform och torkar efter en eller ett par vändningar, i normala fall inom en vecka. Uppsamling och transport till fastmark sker vanligtvis med traktor och specialvagn. Stycketorv hämtas från 0-70 centimeters djup. Efter bearbetning pressas torvstyckena ut på fältet för att torka. De behöver vanligen några veckor på sig. Såväl fräs- som stycketorv kan tas upp med hjälp av traktorer som har olika specialredskap påkopplade.

Efter produktionssäsongen lagras torven i stackar för senare transport till förbränningsanläggningar. Normalt lagras energitorv omkring ett halvår före leverans till kund. Lagren är lättåtkomliga oavsett snö- och föresförhållanden.

När det gäller mindre pannor (cirka 5 MW) är stycketorv det vanligaste torvbränslet. Vid pulvereldning, som är aktuellt i större pannor, är frästorv det mest ekonomiska alternativet.

Den i dag ur många synpunkter mest flexibla och ändamålsenliga förbränningstekniken för torv är förbränning i fluidbäddpannor (bubbelbädd). En ny typ av ministrycketorv har proveldats i Bodens värmeverk med gott resultat utan föregående krossning.

Torv har bra förbränningsegenskaper och kan kombineras med andra energislag, exempelvis träbränslen och energigräs. Genom att kombinera torv-, energigräs- och träbränslen inom ett värmeverks närområde

går det att minimera transportkostnader och miljöbelastning. Torv, i synnerhet frästorv, lämpar sig väl för förädling till briketter. Torv passar också som råvara till pellets. Torvens höga värmevärde gör den speciellt lämplig för energiproduktion under köldperioder.

Det finns ett stort antal torvtäkter där torv utvunnits och där efterbehandling nu sker. Det vanligaste alternativet vid efterbehandling av torvtäkter är beskogning. På grund av det kärva klimatet i vissa höga, nordliga lägen kan det vara svårt att beskoga alla utvunna torvtäkter.

De övriga alternativen är anläggande av våtmarker eller anläggande av sjöar. Återskapandet av sjöar eller våtmarker kan leda till att den biologiska mångfalden stiger till nivåer som är högre än ursprungsläget, det vill säga situationen före torvbrytning. Den som söker tillstånd till bearbetning av torv ställer redan vid tillståndsgivning säkerhet för efterbehandling. När torvbrytningen avslutats kan marken även användas för plantering av energigräs eller jordbruksgrödor. Samtliga åtgärder innebär att bindningen av koldioxid återupptas.

För information om kraftvärme: Se kapitlet om trädbränslen

Status

Det utgår ingen koldioxidskatt på förbränning av torv för energiändamål i dag. Om en sådan skatt skulle införas har torven små förutsättningar att klara sig konkurrensmässigt. Prismässigt ligger energitorv i dag i nivå med skogsflis.

Den pågående beskattningen av svavelutsläpp innebär ett incitament för torvexploatörer att söka efter myrar med lågsvavlig torv, samt för värmeverk att investera i effektiv reningsteknik.

Ansökningar om tillstånd till bearbetning av torv för energiändamål prövas enligt lagen (1985:620) om vissa torvfyndigheter. I samband med prövningar enligt denna lag ska bestämmelserna i miljöbalkens allmänna hänsynsregler, liksom miljöbalkens bestämmelser för hushållning med mark- och vattenområden, miljökonsekvensbeskrivningar med mera, tillämpas. Särskilda bestämmelser om täkt av torv finns i miljöbalkens tolfte kapitel. Uppförande och drift av större förbränningsanläggningar (över 10 MW) kräver tillstånd enligt miljöbalkens förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Förbränningsanläggningar i storleken 0,5-10 MW ska anmälas till kommunen.

Miljöeffekter

Om Norrbotten har som miljömål att säkra den biologiska mångfalden i varje region (en region kan omfatta flera kommuner) anses ett bevarande av alla klass 1-våtmarker (mycket höga skyddsvärden) vara ett minimikrav. Vill man vara säker på att våtmarkernas biologiska mångfald säkerställs i varje kommun bör, enligt samma resonemang, även alla klass 2-våtmarker (höga skyddsvärden) undantas från brytning. Uttaget av torv får aldrig överskrida den årliga tillväxten. Konfliktrisen kan minimeras genom att exploateringarna främst inriktas mot redan påverkade våtmarksområden.

Torvbrytning orsakar bland annat:

- Ökat vattenflöde under dikningsarbetet.
- Viss risk för läckage av syreförbrukande lakvatten.
- Påverkan på landskapsbilden.
- Påverkan på den gamla myrmarken och dess ekologi (inklusive flora och fauna).
- Påverkan på områdets status som viktig födokälla för faunan.
- Viss risk för utläckage av tidigare bundna tungmetaller (även uran om berggrunden är uranrik) som kan påverka vattenlivet nedströms tälten.
- Buller- och damningsproblem för eventuella närboende.
- Viss risk för störningar för rennäringen.
- Minskade utsläpp av metangas (som är en aggressiv växthusgas).

Den samlade klimateffekten av torvtäkt och torvförbränning är oklar. Förbränning av torv ger ett betydande engångsflöde av koldioxid till atmosfären. Från obrutna myrar frigörs dock metan som är en kraftfull växthusgas (21 gånger högre klimatpåverkan än koldioxid). Metanavgången är en naturlig process och inte orsakad av mänskliga aktiviteter, vilket innebär att det ännu är osäkert om Sverige kan tillgodoräkna sig effekten av minskade metanutsläpp till följd av torvutvinning när Sverige ska visa hur väl vi lever upp till de internationella överenskommelserna i klimatfrågan.

I kommittédirektiven för den pågående utredningen om torvens roll i ett uthålligt energisystem (Dir 2000:11) sägs att meningarna varit delade om huruvida torv ska klassas som ett förnybart bränsle eller ett icke-

förnybart bränsle. I samband med skattereformen 1990-1991 undantogs torv från koldioxidbeskattning. Dock utan att klassas som biobränsle. Biobränslekommissionen ansåg (SOU 1992:90) att det inte fanns tillräckligt vetenskapligt underlag för att ta ställning till torvens climateffekter. Energikommissionen fann (SOU 1995:139, s 449) att den etablerade torvanvändningen borde tryggas genom att energitorv även fortsättningsvis undantas från koldioxidbeskattning. Skatteväxlingskommittén ansåg i sitt slutbetänkande (SOU 1997:11) att det finns starka miljöskäl att klassa torv som ett fossilt bränsle. Varken EU eller IEA (International Energy Agency) anser för närvarande att torv är en förnybar energikälla. Det gör inte heller FN:s klimatpanel Intergovernmental Panel on Climate Change.

Den pågående utredningen ska bland annat:

- Jämföra torvens samlade miljöeffekter med andra bränslen och i samband med detta undersöka torvens konkurrenskraft i förhållande till andra bränslens miljöeffekter.
- Klarlägga torvens roll ur sysselsättnings- och samhällsperspektiv, samt dess roll med tanke på landets försörjningstrygghet inom energiområdet. I det senare fallet bör även torvens förbrännings-tekniska egenskaper bedömas eftersom inblandning av torv många gånger kan vara positivt vid förbränning av trädbränslen.

Utredningen ska vara klar senast den 1 mars 2002.

Det pågår en diskussion om hur askan från torvförbränning ska tas om hand. Det finns de som hävdar att torvaska ska behandlas som kolaska vilket innebär att den inte ska spridas i skogsmark. Torvbranschen säger att ett flertal askanalyser visar att torvaska kan likställas med träaska.

Undersökningsresultat visar följande**Under 250 meter över havet orsakar torvbrytning***Vattenkemi*

Högre halt av nitratkväve, högre pH och högre alkalinitet. Att pH-värdet stiger torde hänga ihop med att vattnet efter dikning kommer i kontakt med basiska mineraljordar.

Bottenfauna/bottenvegetation

Mer mat åt bottenfaunan. Högre täthet av bland annat dagsländor samt lägre täthet av Fontinalismossa (Näckmossa).

Fisk

Lägre täthet av årgamla och vuxna öringar samt lägre täthet av stensimpa.

Över 250 meter över havet orsakar torvbrytning*Vattenkemi*

Högre halter av nitratkväve, högre pH och högre permanganatförbrukning och absorptions (de två sista parametrarna antyder stegrad halt av organiskt material).

Bottenfauna

Högre täthet av bäcksländor och vissa dagsländor, samt ökad täthet av bottenfauna.

Fisk

Inga tydliga skillnader.

Utfällning av järnockra

Järn är vanligt förekommande i myrmarker. Järn urlakas kontinuerligt till omgivande vatten- och myrområden. Vid kontakt med syre oxiderar järn till järnsulfat som i sin tur oxideras till järnockra (limonit) och bildar myrmalm. Vid förhöjd syresättning och stigande pH får oxidationsprocessen ett snabbare förlopp. Järnockra kan, om det fällt ut, sätta sig på fiskarnas gälar och orsaka fiskdöd.

Det har antagits att dikning av torvtäkt alltid leder till ökad utfällning av järnockra i mottagande vattendrag, med ökad fiskdöd som följd. Men om dikningen utförs på rätt sätt samtidigt som det sätts in åtgärder för att minimera utsläppen av organiskt material och mineraler kan den negativa effekten motverkas. Förutsättningarna för detta är speciellt gynnsamma i ett län som Norrbotten med stora torvarealer i höga lägen och kallt vatten (låg syreförbrukning). Med ett klokt utformat avvattningssystem, som ger en tidigare syresättning än vid naturtillstånd, kan man här åstadkomma en snabbare oxidationsprocess vilket leder till att utfällningen av järnockra sker före utloppet till mottagande vattendrag.

Potential

Energi

Sveriges torvtillgångar brukar anges till drygt 6,4 miljoner hektar med ett torvdjup större än 30 centimeter. Dessutom finns det cirka 4 miljoner hektar myrmark med tunnare torvtäcke, varav en del är föremål för torvbrytning. Sveriges totala myrareal är med andra ord cirka 10 miljoner hektar (25 procent av landets yta), varav en promille (4 TWh) används för torvbrytning. Den årliga tillväxten uttryckt i energitermer uppskattas till cirka 12 TWh på de mäktigare torvarealerna (6,4 miljoner hektar) samt cirka 6 TWh på de tunnare torvarealerna (4 miljoner hektar).

En tredjedel av Sveriges torvmarker finns i Norrbotten. De bättre torvobjekten motsvarar en sammanlagd yta på cirka 68 000 hektar, eller knappt fyra procent av den totala myrarealen i Norrbotten, och omfattar myrar större än 50 hektar i vettiga lägen med hänsyn till vägar och dylikt. Länsstyrelsen i Norrbottens län har detaljstuderat två kommuner där våtmarksinventeringar slutförts, Pajala och Överkalix. Studien har visat att cirka 25 procent av den areal som tidigare betraktats som energiresurs kommer att föras till klass 1. Klass 1-områden kan inte komma ifråga för torvbrytning på grund av det höga skyddsvärdet. Undantas även våtmarker i klass 2, vilket anses nödvändigt om målen för den biologiska mångfalden ska kunna upprätthållas på kommunal nivå, reduceras arealen bättre torvobjekt med ytterligare 15-20 procent (utifrån de förhållanden som råder i Pajala och Överkalix) till totalt 40 000-44 000 hektar. En total utbrytning av 40 000-44 000 hektar torvmark, utan hänsyn till tillväxten på dessa marker, motsvarar en energiproduktion av cirka 400-450 TWh (räknat med ett brytningsdjup på två meter).

Med en beräknad medeltillväxt av det norrbottniska torvlagret på 0,3-0,4 millimeter per år på de tillgängliga, bättre objekten fås en tillväxt av cirka 120 000-180 000 kubikmeter råtorv per år (1 fast kubikmeter råtorv ger omkring 0,6 kubikmeter frästorv. 1 kubikmeter frästorv med en fukthalt på 50 procent motsvarar cirka 0,8 MWh).

Den årliga tillväxten på de tillgängliga, bättre objekten i Norrbotten skulle därmed motsvara en energipotential på omkring 0,06 -0,08 TWh, vilket är klart mindre än de 0,5 TWh som bryts i dag. Med den mängd torv som utvinns i Norrbotten kommer med andra ord de tillgängliga,

bättre objekten långsiktigt att tömmas på torv. Med dagens brytnings-takt räcker dock torven på de tillgängliga, bättre objekten i många hundra år framåt. Klart är att den nuvarande verksamheten väl ryms inom ramen för den totala potentialen för torvbrytning i länet räknat utifrån tillväxten på hela torvarealen nedanför fjällkedjan (1 850 000 hektar). Den potentialen är 2,6-3,6 TWh per år.

Sysselsättning

Den sammanlagda sysselsättningseffekten av en utvinning av torv för värmeproduktion är beräknad till cirka 300 årsarbeten per TWh (enligt Svenska torvproducentföreningens beräkningar). Förutom vid själva torvbrytningen skapas det sysselsättning inom beredning av myrmarker, maskinunderhåll, transporter, bränsleförädling och förbränning. Torvproduktion sker ofta inom sysselsättningsvaga glesbygder där varje nytillkommet jobb är av stor betydelse. Utifrån ovanstående beräkningar motsvarar dagens brytning och förbränning av torv i Norrbotten en sysselsättningseffekt motsvarande 150 årsarbeten.

Enligt torvbranschen skapar dagens torvbrytning cirka 1 200 årsarbeten i Sverige. En ökning i enlighet med torvbranschens önskemål (6-11 TWh per år) skulle i så fall skapa 1 800-3 300 årsarbeten.

Allmänt

Torv används i dag (våren 2001) i cirka 30 förbränningsanläggningar runt om i landet. Ofta tillsammans med trädbränslen. Det sammanlagda energiinnehållet i den torv som används för energiändamål i Sverige bedöms uppgå till 3-4 TWh per år, vilket ligger i nivå med energiinnehållet i den årliga torvutvinningen. Beroende på vädret bedöms den årliga tillväxten av inhemska torv motsvara omkring 18-20 TWh.

Våtmarkerna utgör viktiga hydrologiska komponenter i vattnets naturliga kretslopp. De samlar upp tillrinnande vatten från omgivningen, lagrar och sprider vatten. Efter torrperioder kan en våtmark bromsa upp vatten från nederbörden genom att fylla på sin egen vattenreservoar. Vissa våtmarker, exempelvis mossar, anses ha en egen inre vattenmassa som endast i mycket liten utsträckning kommer i kontakt med omgivande vatten.

Som torvmark räknas vanligen våtmarksområden där torvmäktigheten är större än cirka 30-40 centimeter, oberoende av om ytan är vegetationstäkt eller ej. Torvmarker uppkommer antingen genom att markområden försumpas eller genom igenväxning av sjöar. Fuktälskande

växter på försumpade marker blir vid sin död ofullständigt nedbrutna och bildar torv.

Torvmarksbildning genom försumpning kan orsakas av högt stående grundvatten, källor, ogenomsläppliga jordar och dylikt. På grund av högt stående grundvatten och ringa vattenomsättning uppstår syrebrist varvid förmultningen av organiskt växtmaterial hämmas.

Vid uppgrundning och igenväxning av sjöar övergår dessa i ett kärrstadium som är ett förstadium till torvmark. Uppgrundning och igenväxning kan ske spontant. Men processerna sker fortare i områden med god tillgång på näringsämnen.

Isoleringsmaterial

Historiskt har torv använts som isoleringsmaterial i byggnader.

I dag tillverkas det isolerplattor av torv. Torv används även som strömedel i ladugårdar. Strörtorv har hög uppsugningsförmåga och kan användas för att neutralisera lukter. En stor marknad för torvprodukter är fritidsodlarmarknaden där torv är en vanlig komponent i de jordblandningar som säljs. Den torv som används för strö- och odlingsändamål har vanligen andra egenskaper än energitorv. Den senare ska helst ha en hög nedbrytningsgrad medan strö- och odlingstorv bör ha så låg nedbrytningsgrad som möjligt.

Torv har även goda jonbytaregenskaper, vilket bland annat utnyttjas vid prospektering efter malm och mineraler där torv används för att fånga upp de metalljoner som olika mineraliseringar ger ifrån sig vid nederbörd. Denna egenskap hos torv har även skapat ett intresse för att använda torv i industrifilter.

Länsstyrelsen genomförde åren 1980-82 en omfattande inventering av länets torvtillgångar. Resultatet har redovisats i rapporten "Torvtillgångar i Norrbotten" och består av fyra delar. Underlagsmaterialet togs fram i samarbete med kommunerna och berörda myndigheter på lokal och regional nivå samt med anlitande av Sveriges Geologiska Undersökning (SGU).

Sedan den inventeringen gjordes har nya kunskaper tillkommit vad gäller till exempel skyddsvärda våtmarker och deras betydelse för den biologiska mångfalden. Den våtmarksinventering som länsstyrelsen nu bedriver sedan flera år tillbaka kommer att reducera den tidigare redovisade arealen brytbar torvmark.

Källor

Biobränslen för framtiden (1992). Jordbruksdepartementet.

Miljö 2000 - För ett bärkraftigt Norrbotten (1995).
Länsstyrelsen i Norrbottens län.

Miljökonsekvenser vid torvbrytning (1991). Umeå universitet.

Norrbotten - Energilänet (1987). Länsstyrelsen i Norrbottens län.

Torvbruk - miljö (1996). Naturvårdsverket.

Torvens roll i ett uthålligt energisystem. Kommittédirektiv (Dir
2000:110).

Torvfakta (1996-). Stiftelsen svensk torvforskning.

Torvtillgångar i Norrbottens län (1982). Länsstyrelsen i Norrbottens län.





Trädbränslen

Ansvarig

Andreas Gällerspång, Norrbottens energikontor

Nuvarande energiproduktion

Cirka 2 400 GWh per år (inklusive en pelletsexport på cirka 230 GWh per år)

Energipotential

Teoretisk potential, efter att pappersmassaindustrins och sågverkens behov av råvara samt lagens krav på naturvård tagits med i beräkningarna: 9 000 GWh bränsle* per år. Praktiskt möjlig i dag: 3 600-4 200 GWh bränsle* per år. Praktiskt möjlig i framtiden: 4 400-6 000 GWh per år.

Sysselsättningseffekt

Praktiskt möjlig sysselsättningseffekt i dag: 1 100-1 600 årsarbetstillfällen. Den praktiskt möjliga sysselsättningseffekten i framtiden ligger någonsans mellan 1 600 och 2 100 årsarbeten. Eftersom dagens trädbränsleanvändning ger upphov till cirka 400 årsarbetstillfällen skulle en sådan utveckling i framtiden kunna bidra med ytterligare cirka 1 200-1 700 årsarbetstillfällen i Norrbotten.

**Begreppet bränsle kan här innefatta produktion av såväl värme som el. Energiutbytet, i form av den värme och/eller el som kan tillgodogöras, avgörs av verkningsgraden i respektive produktionsanläggning.*

Definitioner

Trädbränsle är enligt svensk standard:

"Biobränsle från trädråvara som inte genomgått kemisk process, innefattar alla biobränslen där träd eller delar av träd är utgångsmaterial, bränslet kan tidigare ha haft annan användning, men bränsle av avfallspapper och avlut (rest vid massaframställning från vilken energi utvinns (förf. anm.)) ingår inte".

Termen trädbränsle rymmer alltså en mängd olika sortiment varför trädbränsle brukar indelas i:

Skogsbränsle, enligt svensk standard trädbränsle som tidigare inte haft annan användning. Enligt denna definition innefattas även industriella biprodukter. Här avses dock endast skogsråvara avsett för energiändamål som kommer direkt från skogen, så kallat primärt skogsbränsle (exempelvis avverkningsrester i form av grenar och toppar, GROT). Stubbar innefattas inte eftersom utnyttjande av stubbar inte anses vara ekonomiskt och miljömässigt försvarbart.

Industriella biprodukter, som exempelvis bark, flis och sågspån från skogsindustrin.

Återvunnet trädbränsle, framför allt rivningsvirke.

Energiskogsbränsle, det vill säga trädbränsle från snabbväxande träarter (vanligen salix) vilka odlats för energiändamål. De arter som är bäst lämpade för odling av energiskog är dock inte anpassade för klimatet i Norrbotten. Växtförädling pågår dock, varför situationen kan komma att förändras i framtiden.

Vidare brukar trädbränslen indelas i **oförädlade och förädlade trädbränslen**. Såväl skogsbränsle och industriella biprodukter som återvunnet trädbränsle och energiskogsbränsle är om ingen bearbetning sker oförädlade trädbränslen. Men om de görs enhetliga (exempelvis via malning och siktning) och torkas benämns de förädlade. I dag är det i första hand industriella biprodukter (exempelvis sågspån) som utgör råvara för förädlade trädbränslen. Dessa brukar indelas i:

Pulver Finmalet bränsle där de flesta pulverkorn är mindre än 1 millimeter i diameter.

Pellets Små cylindrar med en diameter på 6-12 millimeter.

Briketter Cylindrar eller plattor med en diameter större än 25 millimeter (ofta 50-80 millimeter)

Tillgång

Forskare vid Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU, har beräknat att bruttotillgången av primärt skogsbränsle i Norrbottens län under den närmaste tioårsperioden kommer att uppgå till cirka 7 000 GWh per år. Siffran är framräknad utifrån fyra förutsättningar:

1. Att skogsstyrelsens rekommendationer följs.
2. Att det inte sker några uttag i nu skyddade arealer.
3. Att markerna kompensationsgödslas med biobränsleaska samt i vissa fall kväve.
4. En maximalt uthållig avverkningsnivå, enligt nationella avverkningsberäkningar gjorda 1992, på cirka 6,5 miljoner skogskubikmeter per år i Norrbotten. Nya nationella beräkningar som presenterats under

2000 visar på samma nivå. Den verkliga avverkningsnivån i Norrbotten under 1990-talet var cirka 4,0 miljoner skogskubikmeter per år. En lägre avverkningsnivå skapar dock ett ökat utrymme för direkta bränsleavverkningar och ökade avverkningar i framtiden. Om det inte utförs någon kompensationsgödsling ska siffran reduceras till omkring 5 000 GWh per år.

Till den angivna bruttotillgången ovan ska läggas Norrbottens tillgångar av industriella biprodukter från sågverk och hyvlerier. Energiinnehållet i dessa tillgångar låg 2000 på en nivå av cirka 1 150 GWh per år. Siffran innefattar inga räflisvolymmer eftersom räflisen nästan uteslutande går till massaindustrin. Även sågspån motsvarande 180 GWh per år har räknats bort, eftersom det motsvarar den mängd råvara som används i Billerud Karlsborg.

Tillkommer gör även de cirka 730 GWh per år som utgörs av biprodukter från länets massaindustrier (2000) samt återvunnet trädbränsle motsvarande cirka 114 GWh per år (1998).

Sammantaget motsvarar det en aktuell teoretisk trädbränslepotential i Norrbotten på cirka 9 000 GWh per år.

Dagens trädbränsleanvändning i Norrbotten uppgår till cirka 2 400 GWh per år (inklusive den årliga pelletsexporten på cirka 230 GWh) vilket innebär att Norrbotten har en outnyttjad trädbränslepotential på cirka 6 600 GWh per år.

Eftersom såväl produktionen vid länets sågverk som vidareförädlingen av länets träråvaror förväntas öka under de kommande åren förväntas Norrbotten få en ökad trädbränslepotential i framtiden.

Framtida ökning

I dag utnyttjas bara en del av den totala virkestillväxten (utanför reservat) i Norrbotten, vilket till stor del beror på den ojämna åldersklassfördelningen. Det innebär att den potentiella tillgången av trädbränslen kan förväntas öka i framtiden. Genom olika skogsskötselmetoder går det att ytterligare öka den potentiella tillgången av trädbränsle och virke. Det är bland annat möjligt att optimera näringstillförseln (av kväve och övriga näringsämnen) i syfte att öka produktionen på vissa mindre natur- och miljömässigt känsliga marker. Faktum är att det går att mer än tredubbla granens volymproduktion i norra Sverige, vilket skulle förkorta omloppstiderna på normala granmarker från omkring

130 år till 40 - 60 år. Faran med en sådan hantering hänger främst samman med risken för ökat näringsläckage - en effekt som inte gett sig till känna i de studier som hittills gjorts. En kombinerad produktion av kvalitetsvirke och skogsbränsle i täta ungskogar är dock ett mer troligt alternativ för Norrbottens del. Även en utveckling med ökad förädling av träråvaror i Norrbotten skulle leda till ökade trädbränsletillgångar i form av kutterspån (hyvelspån) och liknande.

Trädbränslepotentialens (den ekonomiskt möjliga) storlek är helt beroende av det rådande trädbränslepriset och dess relation till priserna

Trädbränsletillgångar i Norrbotten (2000)

Kommun	Bruttotillgång på skogsbränsle ³ (GWh/år)	Tillgång på sågverksbiprod. (ej råflis) (GWh/år)	Tillgång på biprodukter från massaindustrin (GWh/år)	Tillgång på återvunnet trädbränsle ⁴ (GWh/år)
Arjeplog	230 - 320	<5	-	1
Arvidsjaur	490 - 690	60	-	2
Boden	620 - 870	83	-	4
Gällivare	380 - 540	<5	-	7
Haparanda	90 - 130	141	-	8
Jokkmokk	520 - 740	6	-	2
Kalix	240 - 340	94	200	8
Kiruna	160 - 220	<5	-	11
Luleå	320 - 450	99	-	38
Pajala	580 - 820	98	-	4
Piteå ¹	460 - 650	593	530	23
Älvsbyn	310 - 440	69	-	3
Överkalix	350 - 490	<5	-	2
Övertorneå	300 - 420	92	-	3
Tot. Norrbotten	ca 5 000 - 7 000	1 330 ²	730	114

- 1) Munksunds sågverk planerar att öka produktionen med cirka 100 000 kubikmeter utsågat virke fram till år 2003. Det skulle innebära att tillgången av sågverksbiprodukter ökar med cirka 90 GWh per år.
- 2) Från dessa GWh ska dras den mängd sågspån, motsvarande 180 GWh som används för massaframställning vid Billerud Karlsborg. Adderas den siffran med de övriga totalsiffrorna i tabellen fås en totalsiffra på cirka 9 000 GWh per år.
- 3) Den lägre siffran avser skogsbränsleuttag utan kompensationsgödsling och den högre avser skogsbränsleuttag med kompensationsgödsling.
- 4) Uppgifter från 1998.

för andra bränslen. För skogsbränslen är dessutom kostnaderna för uttag och transporter av avgörande betydelse liksom den pågående trenden med utökad miljöhänsyn inom skogsbruket.

Användning

Mer än hälften av den skog som avverkas i världen används som bränsle. I Sverige används generellt cirka 45 procent av det årliga uttaget av trädråvaror från skogen till energiändamål.

I Norrbotten används trädbränslen nästan uteslutande för uppvärmningsändamål. Vid värmeverken i Kiruna och Gällivare produceras även en del el, men bränslemixen vid dessa värmeverk består endast till mindre del av trädbränslen.

Den totala användningen av trädbränsle i Norrbotten uppgår i dag till cirka 2 200 GWh per år (fördelat på 350 GWh i sågverken, 810 GWh i massaindustrierna, 480 GWh i värmeverken samt 520 GWh i hushåll och övriga lokaler). Dessutom exporteras pellets motsvarande cirka 230 GWh per år från länet.

Trädbränsleanvändningen i Norrbotten förväntas öka de närmaste åren. Exempelvis kommer en ombyggnation av Billerud Karlsborg under 2001 att leda till ett ökat behov av trädbränslen motsvarande cirka 55 GWh per år. Förändringar på det nybyggda kraftvärmeverket i Munksund förväntas öka behovet med ytterligare cirka 100 GWh per år. I båda fallen handlar det i första hand om att byta ut olja mot trädbränslen.

Om även det planerade värmeverket i Arvidsjaur kommer till stånd behövs det ytterligare cirka 30 GWh trädbränslen per år.

Till skillnad från situationen i södra Sverige är användningen av primärt skogsbränsle (avverkningsrester, röjningsvirke med mera) mycket låg i Norrbotten. Här utgörs huvuddelen av det trädbränsle som används av biprodukter från sågverk och massaindustrier.

Den omfattande användningen av fossila bränslen i världen är ett stort miljöproblem. Med tanke på den pågående befolkningsökningen i världen samt u-ländernas strävan efter ökad levnadsstandard och därmed också ökad resursanvändning är det mycket som talar för att Norrbotten bör sträva efter att använda sina trädbränsletillgångar i större utsträckning än hittills och så effektivt som möjligt.

Förutsättningarna för att öka utnyttjandet av trädbränslen i Norrbotten är goda. Det gäller speciellt för förädlade bränslen som pellets, vilka inte ställer lika höga krav på egen arbetsinsats från

användarens sida som exempelvis flis- och vedeldning.

Det ur energi- och koldioxidsynpunkt allra effektivaste sättet att utnyttja trädbränslen på för närvarande är som bränsle i **kraftvärmeanläggningar** där det finns ett värmebehov att täcka. I Kiruna finns sedan tidigare ett kraftvärmeverk. I Munksund utanför Piteå kommer det nya kraftvärmeverket att försörja såväl sågverk som massaindustri med värme och samtidigt producera el. Tekniken för förbränning av trädbränsle blir allt bättre. I vissa fall kan bränslemixen ge bättre förbränningsresultat än eldning av enskilda bränslen. Det blir allt vanligare att utvinna energi ur rökgaser genom så kallad rökgaskondensering, vilket ökar verkningsgraderna avsevärt.

Trädbränsleanvändningen i Norrbotten (2000)

Kommun	Sågverk/ träindustri GWh/år	Massa- industri GWh/år	Värmeverk/ panncentr. GWh/år ⁴	Pellets- industri GWh/år	Hushåll m m GWh/år	Totalt per kommun GWh/år
Arjeplog	-	-	11	-	13	24
Arvidsjaur	30	-	10	(1)	17	57
Boden	6 ¹	-	136	-	65	207
Gällivare	<5	-	11	-	22	33
Haparanda	47	-	4	-	16	67
Jokkmokk	<5	-	39	-	17	56
Kalix	- ¹	230	74	-	31	335
Kiruna	<5	-	75	-	31	106
Luleå	30	-	12	(420 ²)	151	193
Pajala	24	-	24	(70 ²)	32	80
Piteå ³	159	580	5	-	85	829
Älvsbyn	28	-	34	-	16	78
Övertorneå	<5	-	15	-	11	26
Övertorneå	23	-	32	-	13	68
Tot. Norrbotten	~ 350	810	480	(490 ²)	520	2 160

1) I dessa kommuner köper ett sågverk fjärrvärme.

2) Vid full produktion. Innebär egentligen ingen förbrukning utan enbart en förädling. 2000 uppgick produktionen av pellets i Norrbotten till cirka 270 GWh varav cirka 230 GWh exporterades från länet.

3) Trädbränsleanvändningen kommer att öka i och med byggandet av ett kraftvärmeverk som ska försörja massaindustrin och sågen i Munksund med värme och ånga.

4) Uppgifterna gäller för 1999.

Allt eftersom forskningen och utvecklingen går framåt kan såväl verkningsgraderna som effektintervallerna förväntas bli av ännu högre klass i framtiden. Samtidigt kommer sannolikt utsläpp och driftproblem att minska.

Genom uppdelning av råvaran är det möjligt att åstadkomma en ännu mer effektiv trädbränsleanvändning i framtiden. Finare råvaror från stamved, som exempelvis sågspån, kan med fördel användas i mindre pannor där det kan vara svårt att få en bra förbränning och rening medan sämre råvaror, som exempelvis bark, i huvudsak bör användas i större anläggningar med askutmatning.

Trots att massaindustrins avlutar härstammar från träd så ingår de inte i begreppet trädbränsle eftersom de omvandlats kemiskt. I Norrbotten uppgår energiutvinningen från avlutar till i runda tal cirka 3 300 GWh per år. Elproduktionen vid massaindustrierna i Norrbotten uppgick år 2000 till 325 GWh. Efter den planerade ombyggnationen av Billerud Karlsborg under 2001 samt byggnationen av ett kraftvärmeverk vid SCA Packaging i Munksund förväntas elproduktionen vid länets massaindustrier öka med cirka 45-60 GWh el per år.

Med svartlutsförgasning (som är en ny teknik för energiutvinning ur, samt återvinning av kemikalier från, massaindustrins avlutar) förväntas massaindustrin kunna fördubbla den framtida utvinningen av egen elenergi. Det har förts diskussioner om möjligheten att uppföra en anläggning för svartlutsförgasning vid Kappa Kraftliner i Piteå. Dessa planer har dock skrinlagts. En mindre pilotanläggning kommer dock att uppföras på ETC i Piteå, som är granne med Kappa Kraftliner. Pilotanläggningen kommer att kunna ta emot 20 ton svartlut per dygn från massaindustrin, vilket ska jämföras med det totala flödet på Kappa Kraftliner som ligger på cirka 2 000 ton svartlut per dygn.

Teknik

Uttag av skogsbränsle

Det tas ut små mängder skogsbränsle i Norrbotten i dag. Och där det görs används som regel träddelemetoden, vilket är unikt i Sverige. Träddelemetoden innebär att alla träddele som inte säljs som timmer till sågverken kapas vid avverkningen. Kvistningen sker dock inte förrän träddelelarna har transporterats till så kallade träddeleterminaler. Stamveden används vanligen som råvara i massaindustrin medan grenarna används som bränsle. Under 90-talet har dock träddelemetodens eko-

nomiska konkurrenskraft minskat, bland annat beroende på att flis från träddeklar ger sämre kvalitet än flis från ordinarie massaved. Att verksamheten drabbats av ökade fraktkostnader, teknikutvecklingen varit långsam samt att andelen lämpliga objekt i träddeklarterminalernas närområde minskat har också haft betydelse.

Nya tekniker för effektivare avverkningar med hjälp av flerträds-hanterande fällhuvuden samt effektivare transporter via komprimering till balar eller buntar kan dock öppna nya möjligheter för Norrbottens del.

Masshakemetoden

Det finns också en nyare variant av träddeklar-metoden, den så kallade masshakemetoden, vilken visat lovande resultat i försök. Metoden bygger vidare på grundtanken att massaved och bränslesortiment ska levereras blandat till industrin. Kvistning och grovbarkning sker först efter ankomsten. Efter flisning sorteras flisen mekaniskt med lufttryck och optiskt med fotoceller i en bränsleflishög och en massaflishög.

Masshakemetoden gör det möjligt att höja kvaliteten på massaflis och samtidigt sänka priset på bränsleflis. Dessutom blir markägaren mindre beroende av det rådande massavedspriset, vilket innebär att markägaren kan låta skogsvården avgöra när det är dags att gallra. Det krävs dock ytterligare systemutveckling innan masshakemetoden kan introduceras i större skala.

Svenska skogsforskare lanserar nu ett nytt koncept för skogsmaskiner som sägs kunna minska kostnaderna för uttag med 20-40 procent. Det handlar om att bygga skogsmaskiner för samtidig virkes- och skogsbränslehantering. Med sådana maskiner skulle det vara möjligt att minimera antalet inblandade skogsmaskiner samtidigt som logistiken förenklas.

I och med att röjningsplikten för skogsägare avskaffades 1994 har röjningarna i Norrbottens län minskat. Om denna utveckling fortsätter blir en trolig effekt att länets röjnings- och gallringsbestånd får mindre medeldiameter, samt större stamantal, diameterspridning och trädslagsblandning, än tidigare. Här kan ett ökat uttag av skogsbränsle, kopplat till en förstärkning av skogsvården, innebära en positiv omsvängning till fördel för den framtida virkeskvaliteten. Unga och täta skogar som sköts på rätt sätt kan med andra ord ses som resurser för produktion av såväl biobränsle som kvalitetsvirke.

Tekniken, systemen och logistiken för kvarlämnande av barr jämt

spridda över marken efter ett trädbränsleuttag är fortfarande svagt utvecklade. Logistiken har utvecklats kraftigt tack vare IT-baserad teknik som GPS (geografiskt positionssystem) och GIS (geografiskt informationssystem) under de senaste åren. Skogsbruket ligger långt framme i den utvecklingen vilket bland annat innebär effektivare transportsystem med mindre onödiga körningar.

Förädlade bränslen

Förädlade trädbränslen tillverkas huvudsakligen genom att biprodukter från sågverk och träindustrier mals och siktas för att sedan pressas till ett enhetligt bränsle. Vid pressningen utvecklas tillräckligt mycket värme för att mjuka upp de naturliga bindeämnena i träråvaran. Dessa stelnar när bränslet kallnat vilket får bränslet att hålla ihop.

I Norrbotten finns två pelletsfabriker, en i Luleå och en i Pajala. I Luleå används fuktiga råvaror vilket innebär att råvaran måste torkas före pressning. Torkningen sker med hjälp av värme som härstammar från överskottsgaserna från SSAB:s stålproduktion. I Pajala används enbart torra råvaror.

En ökad användning av förädlade trädbränslen, i Norrbotten främst pellets, leder till förenklad hantering samt minskade arbetsinsatser för användare av trädbränslen. De förädlade trädbränslenas fördelar jämfört med oförädlade trädbränslen som flis och ved är framför allt att de:

- är bättre lämpade för automatiserad hantering
- möjliggör enklare drift
- innebär förbättrad transportekonomi
- kan lagras med mindre risk för mögelbildning
- ger bättre verkningsgrad vid hög- och låglast

De förädlade trädbränslena gör det möjligt för fastighetsägare att välja ett miljövänligt bränsle utan att behöva lägga ner så mycket kraft och tid på bränslehanteringen som vid flis- och vedeldning. I Norrbotten har de förädlade bränslena sin främsta marknad bland mindre pannor för villor, skolor och panncentraler. De befintliga fjärrvärmeverken är byggda för att eldas med billigare, oförädlade bränslen. Förädlade bränslen kan dock bli intressanta som ersättning för den olja som vanligen används för att klara fjärrvärmeverkens produktion under hög- och låglastperioder.

Förbränning

I större förbränningsanläggningar är det framför allt rostpannor och pannor med fluidiserad bädd som används i Norrbotten. Rostpannor kan förenklat sägas bestå av ett gjutjärnsgaller (rost) med smala luftspalter som släpper igenom förbränningsluft underifrån. Bränslet ligger på gallret. Ett exempel på rostpannor är de med rörlig snedrost, där nytt bränsle matas in vid rostens övre del i samma takt som det örvida bränslet glider nedåt. Askan efter förbränningen matas via en skraptransportör till en container.

I pannor med fluidiserad bädd utgörs eldstaden av en het sandbädd. Bränslet tillförs bädden som hålls i ständig rörelse via förbränningsluft som blåses in underifrån. Bränslet virvlar omkring i den heta bädden och brinner tills det övergått till aska, vilken i huvudsak följer med rökgaserna ut ur pannan. Därför krävs det en god reningsutrustning som klarar av att avskilja stoftet från rökgaserna.

Vid förbränning av fuktiga bränslen åtgår en del av bränslets energiinnehåll till att förångas bort vatten ur bränslet. I stora förbränningsanläggningar kan vattenångans energiinnehåll tillvaratas via så kallad rökgaskondensering, varmed rökgaserna kyls ner med hjälp av fjärrvärmesystemets returvatten. Vid nedkylningen kondenseras vattenången varmed det frigörs värme som sedan utnyttjas i fjärrvärmesystemet.

Stora pannor ger skalfördelar som gör det ekonomiskt motiverat att investera i sofistikerad styrning av förbränningen samt effektiv rökgasrening. Även småskaliga förbränningsutrustningar kan ge goda förbränningsresultat med låga utsläpp som följd. Men det förutsätter att förbränningen sker med modern teknik. När det gäller vedpannor på villanivå skulle de nuvarande problemen med höga utsläpp av miljö- och hälsoskadliga ämnen i stort sett upphöra om alla använde sig av moderna, miljögodända pannor och ackumulatortank. Ett annat alternativ kan vara att konvertera befintlig panna till pelletseldning. I stort sett alla olje- och vedeldade pannor kan relativt enkelt konverteras till pellets.

Kraftvärme effektivt

Förutom att enbart producera värme kan trädbränslen även användas för att producera värme och el i så kallade *kraftvärmeanläggningar*. Ofta tas värmen tillvara i fjärrvärmesystem. *Kraftvärme* är den i dag energieffektivaste formen för förbränning av trädbränslen, eftersom el är

en mer högkvalitativ energiform än värme. Vid kraftvärmeproduktion omvandlas cirka 80-90 procent av bränslets energiinnehåll till el och fjärrvärme, där elproduktionen vanligen uppgår till omkring 30-40 procent.

Luleå tekniska universitet (LTU) och Energitekniskt centrum (ETC) i Piteå har ett väl inarbetat samarbete kring forskning i förbränningsteknik. Här följer ett antal exempel på gemensamma projekt med inriktning mot förbränning av trädbränslen.

- Tillsammans med lokala företag i Boden utvecklas en 500 kW-panna för eldning av råflis. Syftet är att åstadkomma en god förbränning ända ner till så pass låg levererad effekt som tio procent av maximal effekt. Två alternativ prövas. Ett där förbränningsutrymmet är uppdelat i en större och en mindre förbränningskammare. I det andra alternativet prövas en förbränningskammare kopplad till en ackumulator. Båda alternativen har vid test visat sig orsaka mycket låga utsläpp inom hela effektintervallet.
- Utveckling av moderna simuleringsverktyg för optimering av pannkonstruktioner med avseende på utsläpp, verkningsgrad och tillgänglighet.
- Studier av olika förbränningsaskors benägenhet att orsaka driftstörningar.
- Karakterisering av utsläpp från befintlig utrustning för småskalig förbränning av biobränslen, samt utveckling av åtgärder för att eliminera dessa utsläpp.
- Kostnadseffektiva metoder för förgasning av biomassa vid kraftvärmeproduktion. Gasen innehåller exempelvis partiklar och föreningar som kan orsaka problem i form av beläggingsbildning, korrosion och erosion.

Återföring av aska

Det är inte bara tekniken och systemen för kvarlämnande av barr jämt spridda över marken efter trädbränsleuttag som är svagt utvecklad. Detsamma gäller för återföringen av förbränningsaskan. Det är totalt olämpligt att sprida obehandlad aska i naturen. Flera intressanta tekniker för härdning av aska till granuler (korn) eller pellets med långsam upplösning är dock under utveckling. Vid ETC i Piteå forskas det på metoder för att rena askan från tungmetaller. Fördelen med att tillverka granuler eller pellets av askan är att det möjliggör spridning

med hjälp skogstraktor och liknande skogsmaskiner. Det bör dock påpekas att det är totalt olämpligt att sprida askor från trädbränslen som förbränts tillsammans med fossila bränslen eftersom det leder till ett nytillskott av skadliga ämnen, framför allt tungmetaller, i naturen.

Status

Samhällets mål

Vid FN:s klimatkonferens i Kyoto (1997) enades medlemsländerna om att till åren 2008-2012 minska världens utsläpp av sex växthusgaser med 5,2 procent. Som referenspunkter användes utsläppen 1990. EU ska under denna tidsperiod minska sina utsläpp med åtta procent. För att nå målet har EU bland annat tagit fram en gemenskapsstrategi, den så kallade Vitboken, i vilken man säger sig vilja fördubbla de förnybara energikällornas andel av EU:s totala energiförsörjning. Biomassa pekas ut som det viktigaste utvecklingsområdet, förutsatt att den biologiska mångfalden kan säkerställas.

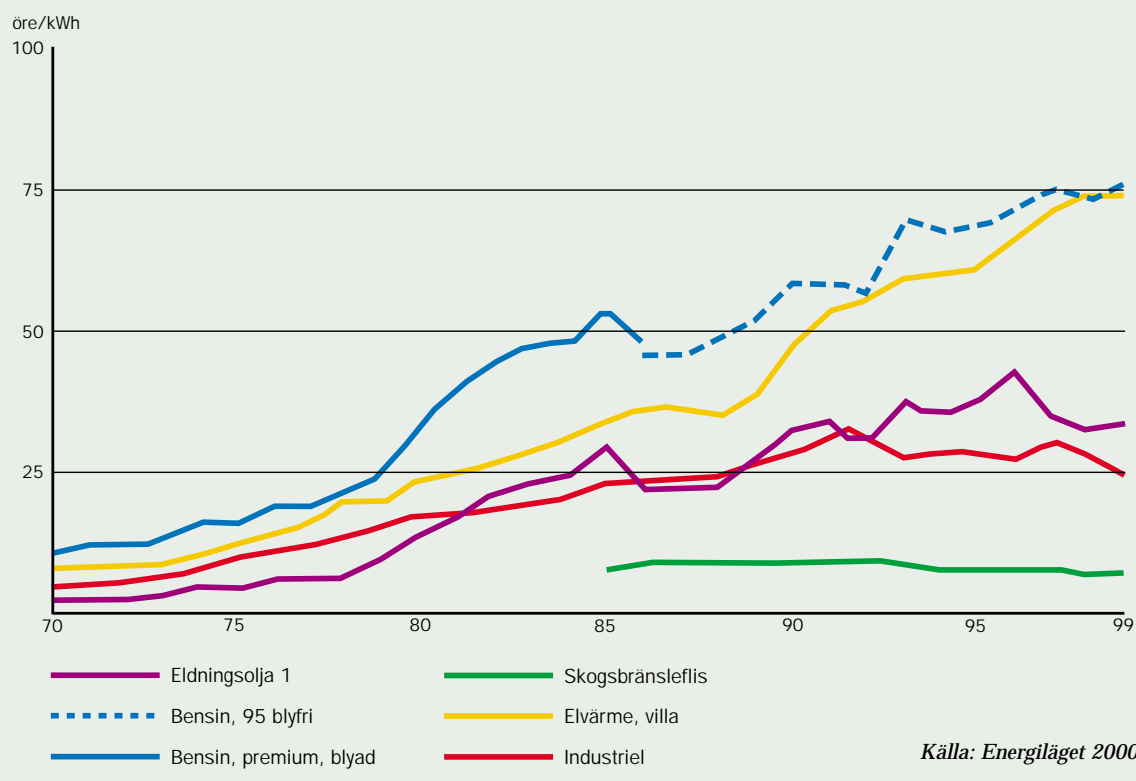
Riksdagen har i skogsvårdslagen fastslagit att produktionsmål och miljömål ska väga lika tungt i svenskt skogsbruk. Målen innebär att skogens biologiska mångfald, kulturmiljövärden samt estetiska och sociala värden ska säkras samtidigt som utnyttjandet av skogens resurser ska kännetecknas av effektivitet och ansvar. Allt i syfte att skapa ett skogsbruk som ger en god och långsiktig hållbar avkastning utan att inskränka på den viktiga handlingsfriheten i fråga om hur skogens produkter bäst ska användas. Utifrån detta har sedan skogsstyrelsen formulerat sina rekommendationer för uttag av skogsbränsle.

På samma sätt slår länsstyrelsen i Norrbotten i strategidokumentet Miljö 2000 fast att biobränslen, vindenergi och solenergi är de energikällor som är mest lämpade att trygga en långsiktig hållbar utveckling i Norrbotten.

Samhällsekonomi

Det löpande priset för skogsbränsle har varit relativt konstant sedan 1985. Under de senaste 15-20 åren har priserna för trädbränslen faktiskt stått stilla medan priserna för el och fossila bränslen skjutit i höjden. Det innebär i realiteten att realpriserna (efter att inflationen tagits med i beräkningen) för skogsbränsle sjunkit under perioden.

Löpande energipriser inklusive skatter 1970 - 1999 för några olika bränslen, drivmedel samt elvärme. Med skogsbränsleflispris menas här det genomsnittliga priset för skogsflis och biprodukter som betalas av värmeverk och industri. (Energimyndigheten, 2000).



I dag är trädbränslen befriade från energi- och miljöskatter. Det beror på att trädbränslen i regel innehåller mycket små mängder svavel samt att de är i stort sett koldioxidneutrala (bidrar inte till någon nettoökning av växthuseffekten). Trots detta kan ett ökat nyttjande av trädbränsle ge stora samhällsvinster. Till detta tillkommer sysselsättning, miljövinster, ökat oberoende med mera.

Bidrag till kraftvärme

För närvarande (våren 2001) utgår det statligt investeringsstöd till vindkraft, småskalig vattenkraft och bibränslebaserad kraftvärmeproduktion. Om investeringsstöden omräknas med fem procents kalkylränta och 15 års avskrivningstid för vindkraft, 25 års avskrivningstid för kraftvärme och 30 års avskrivningstid för småskalig vattenkraft uppgår de *maximala* stödbeloppen (inklusive det tillfälliga stödet på nio öre per kWh till småskalig elproduktion, baserad på förnybara energikällor, i anläggningar vars effekt är mindre än 1 500 kW) för respektive produktionsteknik till:

Vindkraft	cirka 32 öre per kWh
Småskalig vattenkraft	cirka 13 öre per kWh
Kraftvärme	cirka 16 öre per kWh (5-7 öre per kWh utan "nioöringen")

Det nuvarande statliga investeringsstödet till biobränslebaserad kraftvärmeproduktion gäller under perioden 1 juli 1997 - 30 juni 2002. Med biobränsle avses i detta sammanhang bland annat avverkningsrester, vissa slag av avfall, energigrödor, returlutar och tallbeckolja. Målet är att under en femårsperiod öka den årliga elproduktionen från biobränslebaserade kraftvärmeverk med minst 0,75 TWh per år. Bidraget uppgår till 3 000 kronor per kW (kilowatt), dock högst 25 procent av stödgrundande investering.

Investeringsstöd kan lämnas till nyinvesteringar, kompletterande ny effekt i befintliga kraftvärmeverk och konverteringar av hetvattenpannor till kraftvärme. Bidrag ges både till kraftvärmeverk som är anslutna till fjärrvärmenät och till mottrycksanläggningar i industrin.

Under perioden 1997-2001 har totalt 445 miljoner kronor beviljats till investeringar i nio anläggningar i Sverige, vilka beräknas tillföra ytterligare 0,88 TWh el per år från och med år 2003.

Det sägs att trädbränsleanvändning generellt sett skapar 300 extra årsarbetstillfällen (med en lönenivå på 15 000 kronor per månad) per producerad TWh. Det ger en samhällsvinst på 215 000 kronor per år och anställd (lönebikostnader: 60 000 kronor per år, löneskatt: 54 000 kronor per år, minskat arbetslöshetsunderstöd efter skatt: 101 000 kronor per år) eller 64 500 000 kronor per år och TWh.

Finansdepartementet leder för närvarande arbetet med att se över energiskatterna. Ett förslag till nytt skattesystem skulle ha presenterats under 1998 men har skjutits upp. En försvarande omständighet är att de svenska energi- och miljöskatterna måste harmoniseras med de övriga EU-ländernas skattesystem. I de politiska skattesamtalen har det dock förekommit diskussioner om införsel av skatt på biobränslen i syfte att, bland annat, utöka det statliga skatteunderlaget. Signalerna från regeringen är dock att en sådan skatt inte får missgynna biobränslen i förhållande till el eller fossila bränslen.

Miljöeffekter

Lokala miljöeffekter

Det är viktigt att uttag av skogsbränsle inte leder till minskad natur- och kulturvårdshänsyn i skogsbruket. Det innebär att död och grov ved, naturvårdsträd, områden med höga naturvärden och så vidare ska lämnas i samma omfattning även då avverkningen innefattar skogsbränsleuttag.

Ett ökat uttag av skogsbränsle innebär ett ökat uttag av näringsämnen. För att inte riskera att marken utarmas bör man i allmänhet lämna kvar barren (innehåller förhållandevis mycket näringsämnen) och/eller kompensera för den näring som tagits ut, i första hand med biobränsleaska. Vid kompensationsgödsling är det viktigt att det inte sker någon nettotillförsel av skadliga ämnen, exempelvis tungmetaller. För att minimera riskerna för växter och djur samt undvika utlakning till omgivande vattendrag bör en stabiliserad och långsamlöslig aska användas.

Miljöeffekterna vid förbränning är små så länge tekniken och skötseln är den rätta. Dålig teknik och bristfällig skötsel kan orsaka stora och onödiga utsläpp av miljö- och hälsovådliga ämnen som stoft, tjära och flyktiga organiska ämnen. Ett typexempel på detta är de problem som småskalig vedeldning med felaktig teknik orsakar de kringboende.

Regionala miljöeffekter

Utnyttjande av skogsbränsle för energiändamål ger ett mycket litet bidrag till försurningen. Utsläppen av svaveldioxid och kväveoxider är små. Vid uttag av avverkningsrester efter slutavverkning fås en svagare pH-ökning i det översta markskiktet än om resterna lämnas kvar. Denna effekt verkar dock vara av övergående natur. Skogsbränsleuttag orsakar även förluster av näringsämnen vilket i sin tur minskar markens motståndskraft mot markförsurning. Denna effekt kan dock motverkas genom kvarlämnande av barr samt via kompensationsgödsling.

Hjälpenergin, i form av fossila bränslen, som driver de maskiner och fordon för avverkning, flisning, transporter med mera som används vid uttag av skogsbränslen uppgår till 3-5 procent av trädbränslets totala energiinnehåll. Det är en mindre andel än den hjälpenergi som krävs för energiutvinning och transporter av fossila bränslen.

Globala miljöeffekter

De fossila bränslena olja, kol och fossilgas står i dag för 85 procent av energianvändningen i industriländerna. Det orsakar höga nettoutsläpp av koldioxid vilket i sin tur kan få svåra konsekvenser för jordens klimat. Trädbränslenas största miljöförtjänst är nog att de är i stort sett neutrala i fråga om bidraget till växthuseffekten. Det gäller dock enbart om uttaget inte överskrider tillväxten, samt under förutsättning att inte skogsmarkens långsiktiga produktionsförmåga försämras.

Potential

Energi

Den teoretiskt maximalt möjliga potentialen för skogsbränsleuttag i Norrbotten ligger mellan 5 000 och 7 000 GWh per år när de lavhävade markerna samt markerna ovanför gränsen för fjällnära föryngringsavverkning räknats bort. Det lägsta talet avser potentialen utan kompensationsgödsling, vilket enligt skogsstyrelsen innebär att det inte bör ske något uttag från torvmarker, att det inte bör ske mer än ett uttag per omloppstid och område samt att barren bör lämnas kvar i skogen. Det finns dock ekonomiska, tekniska och ekologiska faktorer som talar för att en stor del av denna potential inte kommer att kunna utnyttjas under den närmaste framtiden. Med dagens priser och teknik är det mer realistiskt att prata om en potential på 1 600 – 2 200 GWh bränsle per år. Detta efter att följande avdrag gjorts. Ökade naturvårdsambitioner inom skogsbruket - tio procent. Låg ekonomisk tillgänglighet på grund av långa transportavstånd, låga uttag per arealenhet med mera - 50 procent. Tekniskt spill på grund av svårigheter att ta vara på "varenda pinne" - 30 procent.

Till dessa 1 600 – 2 200 GWh per år ska läggas de 1 900 GWh biprodukter per år som sågverken och massaindustrin står för samt 100 GWh återvinningsvirke per år. Det ger en total trädbränslepotential

Trädbränslesortiment	I dag (GWh/år)	Framtiden (GWh/år)
Skogsbränsle	1 600 – 2 200	2 200 – 3 200
Biprodukter	1 900	2 000 – 2 500
Återvinningsvirke	100	200 – 300
Totalt	3 600 – 4 200	4 400 – 6 000

i Norrbotten utifrån dagens situation på cirka 3 600 – 4 200 GWh bränsle per år. Allt tyder dock på att potentialen kommer att öka i framtiden på grund av den rådande teknik- och systemutvecklingen, den troliga ökningen av sågverkens och massaindustriernas produktion samt en ökad förädling av träråvaror i Norrbotten. På lite sikt bör därför en ökning av träbränslepotentialen till omkring 4 400 – 6 000 GWh per år vara realistiskt för Norrbottens del. Med en verkningsgrad på 80 procent innebär det att 3 500-4 800 GWh värme per år bör kunna produceras uthålligt med hjälp av norrbottniska träbränsletillgångar. Med en förändrad prisbild för kraftvärme kan det i framtiden även bli fråga om en ökad produktion av el från träbränslen.

Sysselsättning

Utnyttjande av träbränslen ger upphov till betydligt fler arbetstillfällen än motsvarande användning av fossila bränslen. Sysselsättningseffekten från skog till användare uppgår till cirka 290 årsarbeten per TWh, när skörd/framtagnig, transport, underhåll, administration och indirekt sysselsättning räknats in i siffran. För sågverkens biprodukter är motsvarande siffra 80 årsverken per TWh. Vid förädling till briketter eller pellets tillkommer 140 - 220 årsverken per TWh.

Dessutom tillkommer den ökning av sysselsättningen som sker i

	Sysselsättningseffekt vid ett utnyttjande av träbränsle uppgående till cirka 3 600 – 4 200 GWh/år (Årsarbetstillfällen)	Sysselsättningseffekt vid ett utnyttjande av träbränsle uppgående till cirka 4 400 – 6 000 GWh/år (Årsarbetstillfällen)
Framtagning av bränsle¹		
Skogsbränsle	450 – 650	650 – 900
Biprodukter	130 – 170	160 – 200
Återvunna träbränslen	15 – 20	30 – 50
Förädling till pellets eller briketter	70 – 110 (500 GWh/år) ²	100 – 160 (750 GWh/år) ²
Användarsektorn	450 – 650 ³	650 – 850 ³
Total sysselsättningseffekt	1 100 – 1 600	1 600 – 2 100

1) Här är skörd/framtagnig, transport, underhåll, administration och indirekt sysselsättning inräknad.
2) Vid en produktion av förädlade bränslen motsvarande cirka 500 GWh/år (dagens produktionskapacitet) respektive 750 GWh/år (uppskattad framtida produktionskapacitet).
3) Hela sysselsättningseffekten i användarsektorn hamnar troligtvis inte i Norrbotten då en del träbränslekvantiteter förmodligen kommer att exporteras från länet.

användarsektorn. Efter korrigering för den sysselsättning som går förlorad när användningen av fossila bränslen minskar kan sysselsättningseffekten vid konvertering från olja till trädbränsle inom industrin sägas uppgå till cirka 250 årsarbeten per TWh. På samma sätt uppgår sysselsättningseffekten vid en konvertering av en typisk anläggning för uppvärmning av allmänna lokaler från olja till trädbränslen till cirka 200 årsverken per TWh. Den direkta sysselsättningseffekten vid konverteringar inom fjärrvärmesektorn är plus 84 årsverken per TWh. Sysselsättningseffekten för konverteringar från olja till trädbränslen i småhus tas inte upp eftersom jobbet oftast utförs av småhusägaren och därför inte ger upphov till någon avlönad sysselsättning.

Dagens trädbränsleanvändning, 2 400 GWh per år (inklusive en pelletsexport på cirka 230 GWh per år), utgörs till största delen av biprodukter från sågverk och massaindustrier. Att använda biprodukter för energiändmål är dock inte särskilt arbetsintensivt. Därför ger dagens trädbränsleanvändning inte upphov till mer än cirka 400 årsarbetstillfällen. Blir det intressant att utnyttja hela trädbränslepotentialen, det vill säga även alla bränslen som kommer direkt från skogen, skulle det leda till en markant ökning av sysselsättningen inom trädbränslesektorn. En sådan utveckling skulle kunna ge en framtida sysselsättningsökning motsvarande ytterligare cirka 1 200-1 700 årsarbetstillfällen i Norrbotten.

Allmänt

Skogen i Norrbotten fyller många viktiga syften. Den ger oss virke till sågverken och massaindustrin. Den förser oss med svamp, bär och vilt till våra skafferier, berikar oss med upplevelser och rekreation, utgör livsmiljö för växter och djur, binder upp koldioxid och förser oss med syre samt tillhandahåller bete för rennäringen. Sedan urminnes tid har skogen dessutom försörjt oss med bränsle för uppvärmning. Trädbränsle var länge det dominerande bränslet i Norden. Under 1900-talet har dock andra energislag, av vilka huvuddelen inte är förnybara, tagit över. Det innebär att våra skogar i dag utgör en stor och till största delen outnyttjad energiresurs. Starka skäl talar för att utnyttjandet av trädbränslen måste öka på bekostnad av icke förnybara energikällor som exempelvis olja.

De viktigaste skälen för ett ökat trädbränslenyttjande är:

Liten miljöpåverkan

Trädbränsle är förnybart så länge uttaget inte överskrider tillväxten och skogens framtida produktionsförmåga inte är hotad. En långsiktigt hållbar energiförsörjning i Norrbotten förutsätter en ökad användning av länets inhemska och förnybara energiresurser. Trädbränslen ger i stort sett inget nettobidrag till växthuseffekten. Med rätt teknik ger förbränning av trädbränslen låga utsläpp av skadliga ämnen.

Ökad sysselsättning - regional utveckling

Användning av trädbränsle ger upphov till avsevärt fler arbetstillfällen i regionen än motsvarande användning av fossila bränslen. Många av dessa arbetstillfällen tillfaller glesbygden. Utnyttjande av trädbränslen innebär dessutom att en stor del av intäkterna stannar inom länet och kan bidra till utvecklingen.

Säker energiförsörjning

En ökad trädbränsleanvändning bidrar till att trygga energiförsörjningen och att stärka beredskapen i händelse av oroligheter i vår omvärld. Oljekriserna på 1970-talet visade på sårbarheten hos det energisystem Sverige fortfarande till stor del använder sig av.

All energiproduktion, även utnyttjande av trädbränslen, påverkar miljön. De största frågetecknen kring effekten av en ökad användning av trädbränslen hänger samman med de långsiktiga konsekvenserna av själva skogsbränsleuttaget samt möjligheterna till och behoven av askåterföring.

De största riskerna med ett felaktigt utnyttjande av trädbränslen är:

Utarmning av skogsmarkens långsiktiga produktionsförmåga

Ett ökat uttag av skogsbränslen leder till ökat uttag av vissa lättillgängliga näringsämnen. Temporära tillväxtförluster, motsvarande två års tillväxt under en omloppsperiod, har uppmätts. Vid upprepade uttag blir tillväxtförlusterna något högre. Dessa nedgångar i tillväxt kan motverkas med näringskompensation, vilket bör tas med i beräkningarna vid skogsbränsleuttag.

Utarmning av skogsmarkens biologiska mångfald

Den biologiska effekten av ett ökat uttag av skogsbränslen hänger inte, i första hand, ihop med storleken på uttaget utan på var och hur uttaget sker. Faran ligger i att sådant som hittills lämnats kvar efter skogsavverkningar, ofta av hänsyn till naturvärden eller ekonomin, nu fått ett ekonomiskt värde. En sådan utveckling innebär ett ökat tryck mot de inslag i det norrbottniska skogslandskapet som det idag råder stor brist på, exempelvis död eller döende ved i grova dimensioner, gamla träd, grova lövträd och liknande. Avverkningsrester och ved i klena dimensioner utgör sällan viktiga substrat för hotade arter varför dessa material bedöms kunna tas ut utan risk för störningar av den biologiska mångfalden.

Utsläpp av skadliga ämnen vid transport och förbränning

Utnyttjandet av trädbränsle som energikälla kräver ofta ett tillskott av så kallad hjälpenergi - i dag ofta i form av fossila bränslen till transporter och flisning. Behovet av hjälpenergi uppgår i trädbränslets fall till cirka 3 - 5 procent av trädbränslets totala energiinnehåll. Det är en mindre andel än den som åtgår vid energiutvinning och transporter av fossila bränslen.

Med felaktig teknik och bristande skötsel av trädbränsleanläggningar, som exempelvis i fallet med en stor andel av den småskaliga vedeldningen, kan det uppkomma stora utsläpp av miljö- och hälsoskadliga ämnen. Flera orter i Norrbotten har vintertid höga halter av luftföroreningar, vilket till stor del kan skyllas på felaktig vedeldning. Med modern teknik och bra skötsel kan dock utsläppen nedbringas till mycket låga halter. Det gäller även för småskalig vedeldning.

Det är viktigt att inte enbart se till trädbränsleanvändningens negativa effekter utan även se till vad som totalt sett är den bästa lösningen för Norrbottens energiförsörjning. Vid användning av trädbränsle handlar det om en balansgång mellan de miljöargument som talar för en ökad användning och de restriktioner som införts av naturvårdsskäl. Skogsstyrelsen presenterade 1998 nya rekommendationer för uttag av skogsbränsle och kompensationsgödning. Enligt dessa bör barren, som innehåller förhållandevis mycket näringsämnen, i allmänhet lämnas kvar efter uttag. Dessutom föreslås kompensationsgödning i syfte att kompensera marken för den näring som tagits ut. Det går dock att göra ett uttag per omloppstid utan kompensationsgödning om bara merpart-

en av barren lämnas kvar jämnt utspridda över avverkningsområdet.

På torra och näringsfattiga lavhedar bör inget uttag ske över huvudet taget. På torvmarker, där tillgängligheten av vissa mineralnäringsämnen är starkt begränsad, är det särskilt viktigt att lämna kvar barren samt att kompensationsgödsla. Vid kompensationsgödsling är det viktigt att det inte sker någon nettotillförsel av skadliga ämnen, exempelvis tungmetaller, till skogsmarken. Det gödselmedel som ofta rekommenderas är stabiliserad biobränsleaska. Den har bra näringsammansättning och ett utdraget gödslingsförlopp, vilket minimerar riskerna för utlakning till omgivande vattendrag och negativ påverkan på växter och djur.

Skogsstyrelsen poängterar att uttag av skogsbränsle inte får ske till priset av minskad natur- och kulturmiljöhänsyn. Det sägs att skogar med höga naturvärden bör undantas från skogsbränsleuttag, om naturvärdena kan skadas, samt att uttag av grov och död ved eller av trädslag som är ovanliga utifrån bestånds- eller landskapsperspektiv inte bör ske. Vid uttag av skogsbränsle kan det snarare finnas anledning att öka den generella miljöhänsynen.

I dag finns det två etablerade miljöcertifieringssystem för skogsbruk, FSC och PEFC. FSC (Forest Stewardship Council) är en internationell organisation som tagit fram generella kriterier för certifiering, vilka ska ligga till grund för fastställande av nationella standarder. Efter två års intensivt arbete av en grupp med representanter för intresseområdena miljö, samhälle/social och ekonomi fastställdes en svensk standard 1998. Den innebär bland annat att svenskt skogsbruk enligt FSC-standard ska bedrivas i former som syftar till att upprätthålla markens naturliga processer och långsiktiga produktionsförmåga, samt att skador på andra ekosystem och den biologiska mångfalden ska undvikas. I Norrbotten är sedan några år tillbaka all bolagsägd skogsmark certifierad enligt svensk FSC-standard.

Skogsägarrörelsen anser att svensk FSC-standard inte tar tillräcklig hänsyn till de mindre markägarnas förutsättningar och sätter sin tilltro till PEFC (Pan European Forest Certification).

Uttag av GROT

Studier har visat att en majoritet av människorna spontant säger sig vara positiva till uttag av GROT (GRenar Och Toppar). Det är framförallt den ökade framkomligheten i skog och mark efter GROT-uttag som uppskattas. Om uttaget av GROT skulle orsaka ökade körsador är det dock troligt att opinionen kommer att svänga i en mer negativ riktning.

Uttag av GROT tycks ha en viss hämmande effekt på hallonproduktionen. Det förklaras av att hallon är en kvävegynnad art. I norra Sverige leder ibland uttag av avverkningsrester till att det blir en lägre produktion av blåbär och lingon än vid konventionella avverkningar.

Hur skogsbränsleuttag påverkar renbetet är inte klarlagt. I försök där riset lyfts bort manuellt tycks marklavarna ha gynnats av GROT-uttag, vilket i så fall är positivt för rennäringen. I praktiken kan dock GROT-uttag leda till ökat markslitage och därmed minskad tillgång på renbete.

En annan negativ effekt för rennäringen är att de trädlevande lavar som brukar återfinnas i avverkningsresterna inte längre blir tillgängliga för renarna. En fördel är dock att det övriga betet blir mer tillgängligt när avverkningsresterna tagits bort. För rennäringens skull anses det viktigt att uttaget av skogsbränslen sker på ett sådant sätt att det inte minskar tillgången av hänglav eller minskar hänglavarnas spridningsmöjligheter.

Ordinära röjningar och gallringar ska vanligtvis inte behöva innebära något hot mot rennäringen. Kompensationsgödsling bör självfallet ske i samråd med rennäringen.

Från skogsindustrihall har det tidigare framförts farhågor om att ett ökat trädbränsleutnyttjande skulle kunna leda till ökad konkurrens om biomassan, vilket i förlängningen skulle kunna drabba skogsindustrin i form av råvarubrist eller ökade råvarupriser. Det finns dock i dagsläget inget som tyder på att den situationen skulle uppstå vid ett ökat skogsbränsleuttag. Den ökade prispressen på den allt mer avreglerade energimarknaden har skapat en situation där betalningsförmågan för massaved i dag i regel är högre än betalningsförmågan för trädbränsle.

Det är först vid långa transportavstånd för massaved som trädbränslen kan konkurrera prismässigt med massaved. Men det gäller bara om det finns en lokal marknad för trädbränsle. Så är exempelvis fallet i Kiruna-/Vittangiområdet där man i dag använder virke i massavedsdimension för energiändamål.

Erfarenhetstal från praktiken

Sortiment	Askhalt vikt-%	Fukthalt %	Rå bulk- densitet kg/m ³ s	Värmevärde MWh/ton	Värmevärde MWh/m ³ s
Sågverksflis barrved, rå	1,8	51 - 59	300	1,9	0,55
Sågverksflis barrved, torr	0,3	18 - 23	200	4,1	0,78
Sågspån	0,3	35 - 64	350	1,9	0,65
Kutterspån	0,4	10 - 40	110	4,5	0,43
Bark, barrträd	2,9	50 - 60	400	1,55	0,60
Bark, björk	2,9	35 - 65	400	2,9	1,0
Avverkningsrester, flisade	2,3 - 3	40 - 49	320	2,6	0,85
Återvinningsvirke	15 - 20	20 - 50	265	3,8	0,70
Träpellets	0,4	7 - 8	700	4,7-4,9	2,60
Träbriketter	0,4	12 - 15	600	4,7-4,9	2,60
Träpulver	0,4	3 - 5	280	4,7-4,9	1,20

Volym av olika trädbränslen som behövs för att ersätta 1 m³ olja (Kastberg, 1995)

Bränsle	Lagringsvolym (m ³)
Eldningsolja 1	1,0
Träpelletter	3,4
Träbriketter	3,5
Träpulver	8,5
Skogsbränsle (< 35 % fukthalt)	10
Skogsbränsle (50 % fukthalt)	13
Sågspån (50 - 55 % fukthalt)	15
Kutterspån (10-15 % fukthalt)	16
Bark (> 50 % fukthalt)	20

Källor

Biobränslenas sysselsättningseffekt (1998). Rapport 1998:1.
Vattenfall AB.

Energi från skogen (1999). SLU Kontakt 9. SLU.

Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel
och övrig näringskompensation (1998). Skogsstyrelsen.

Muntlig information (1999-2000) av Lars Södersten,
SCA Skog AB Norrbränslen.

Skogsbränsleuttag och kompensationsgödning (1999). Skogsstyrelsen.

Trädbränslen i Norrbotten (opublicerad). Norrbottens energikontor.

Trädbränsletillgångar i Norrbotten (2000). SLU.





Vattenkraft

Ansvariga

Tord Eriksson, Vattenfall AB, Vattenkraft,
Gunnar Nilsson, länsstyrelsen,
Tord Pettersson, Norrbottens energikontor

Nuvarande energiproduktion

Omkring 15 TWh per år (kan variera några TWh på grund av nederbörden)

Energipotential

Enligt en utredning som Vattenfall Utveckling AB gjort är det i dag ekonomiskt lönsamt samt juridiskt möjligt att utöka bolagets vattenkraftproduktion i länet med cirka 50 GWh el. På sikt räknar bolaget dessutom med en 1,5-procentig höjning av verkningsgraden på bolagets alla aggregat i länet vilket kommer att ge ett tillskott på ytterligare cirka 225 GWh el (1,5 procent av 15 TWh).

Enligt länsstyrelsen är potentialen för småskalig vattenkraft i länet, med de restriktioner och ekonomiska förutsättningar som gäller idag, i stort sett försumbar.

Sysselsättningseffekt

Ingen märkbar effekt med dagens förutsättningar.

Tillgång

Det finns i dag 33 vattenkraftverk i Norrbotten. År 1995 producerade dessa 15,3 TWh el, varav 7,8 TWh exporterades till andra regioner.

Den småskaliga vattenkraften (med en installerad effekt på 100 kW - 1,5 MW) i länet producerade cirka 39 GWh el 1994.

Anläggningar under 100 kW kallas mikrokraftverk. Ett mikrokraftverk lokaliserat till Alterälven producerade cirka 50 000 kWh 1998.

Vattenfall har pekat på möjligheten (tekniskt och ekonomiskt) till vattenkraftutbyggnad i dammen mellan Uddjaur och Storavan (cirka 50 GWh per år om hela flödet utnyttjas). En ytterligare utbyggnad av storskalig vattenkraft i Norrbotten är ett juridiskt, politiskt och opinionsmässigt mycket vanskligt företag. Det handlar dessutom om verksamheter vilka hamnar i konflikt med de nationella och regionala målen för bevarande av biologisk mångfald (se status och miljöeffekter). Därför är det främst möjligheten att höja vattenkraftverkens verkningsgrader, samt den eventuella potentialen för utbyggnad av småskalig vattenkraft, som är av intresse för Norrbottens del. Det är dock i dagsläget orealistiskt att tänka sig en utbyggnad av småskalig vattenkraft i de delar av Norrbottens inland och fjällområden som saknar såväl elnät som vägar.

Vattenfall gör följande bedömning

Genom att bortse från de juridiska, politiska och/eller opinionsmässiga förutsättningarna och bara se till vad som är tekniskt och ekonomiskt möjligt kan Vattenfall peka ut tre tänkbara överledningsprojekt: Laisälven/Skellefteälven, Piteälven/Skellefteälven samt Kaitumälven/Luleälven. Enligt Vattenfall finns det dock för närvarande inga planer på utbyggnad av storskalig vattenkraft, vare sig i form av nya kraftstationer eller utbyggnad genom överledning.

Här ger Vattenfall lite mer fakta om de ovan nämnda projekten.

Laisälven/Skellefteälven

Projektet beräknas ge ett flödestillskott, drygt 400 meter över havet, på cirka 21 kubikmeter per sekund om halva medelflödet nyttjas. Detta ger cirka 700 GWh per år i ny produktionskapacitet. Projektet förutsätter bland annat tunneldrivning på en sträcka av tio kilometer mellan Laisälven och Skellefteälven. Åtgärden innebär en tolvprocentig reduktion av Vindelälvens vattenföring.

Piteälven/Skellefteälven

Projektet går ut på att överleda vatten från Piteälven till Skellefteälven, invid Hornavan (nivå drygt 400 meter över havet). Halva flödet ger cirka 1.100 GWh per år. Åtgärden innebär en 20-procentig reduktion av mynningsflödet i Piteälven.

Kaitumälven/Luleälven

Vattenfall har under lång tid varit intresserad av att leda över vatten från Kaitumälven till Satisjaure i Luleälvens övre delar. Konceptet, som berör halva flödet, ger 850-900 GWh per år. Enligt Vattenfall kommer ingreppet bara att leda till en sju procentig reduktion av vattenflödet i Kalixälvens mynning. De två sist nämnda projekten kräver tunneldrivning på mellan 10-20 kilometer.

Vattenfall har även tittat på potentialerna för utbyggnad i dammen mellan Uddjaur och Storavan.

Uddjaur/Storavan

Dammen mellan Uddjaur och Storavan ägs av Skellefteålväns vattenregleringsföretag. Den har en nivåskillnad på cirka sex meter vid dämningens gränser i bägge magasinerna. Mintappningen är 57,5 kubikmeter per sekund under juni - september och 27,5 kubikmeter per sekund under oktober-maj. Det finns redan en minikraftstation på uppskattningsvis 1-2 GWh per år (maxflöde 7,5 kubikmeter per sekund). Återstående potential (utöver minikraftstation och mintappning) är cirka 30 GWh per år. Om hela flödet medräknas blir potentialen cirka 50 GWh per år.

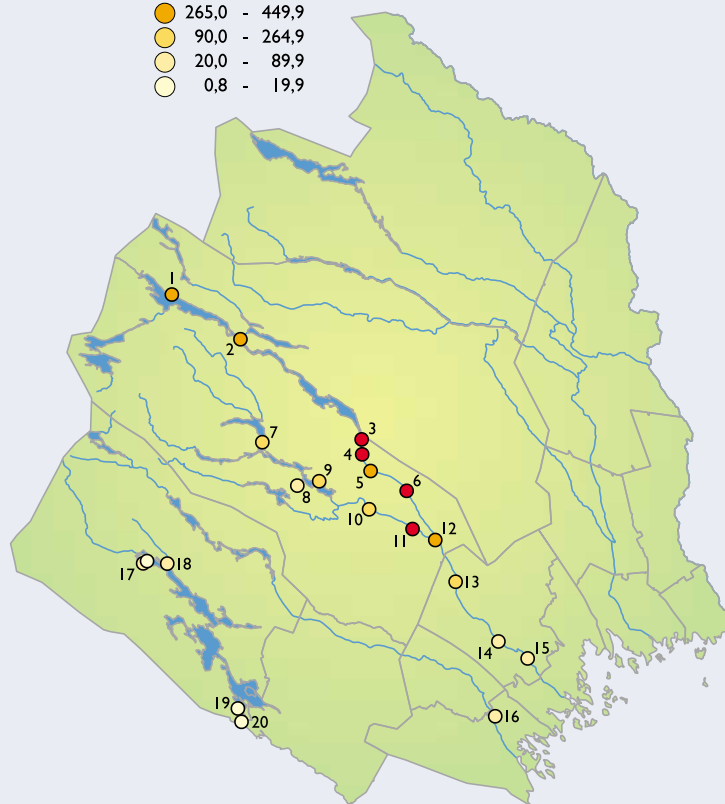
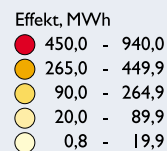
Befintliga vattenkraftsanläggningar i Norrbottens län

Normalproduktionen i länet uppgår till drygt 14 TWh.

Norrbottens län svarar för ca 11 procent av den totala elkraftproduktionen i landet.

Medelårsproduktion, GWh

1 Ritsem	460	12 Porsi	1 160
2 Vietas	1 130	13 Laxede	950
3 Porjus	1 260	14 Vittjärn	230
4 Harsprånget	2 200	15 Boden	490
5 Ligga	800	16 Sikfors	185
6 Messaure	1 930	17 Sädva	114
7 Seitevare	790	17 Ringsele	5
8 Parki	100	18 Rebnis	140
9 Randi	230	19 Bergnäs	28
10 Akkats	580	20 Slagnäs	28
11 Letsi	2 000		



Karta: Panzare Information AB, Luleå

Användning

Den totala slutliga användningen i Norrbotten 1998 var 7,5 TWh.

Länets elkraftexport uppgick då till 7,7 TWh.

Teknik

De ur lönsamhetsperspektiv mest intressanta teknikerna för att öka länets vattenkraftproduktion hänger enligt Vattenfall Utveckling AB ihop med möjligheterna att effektivisera användningen av befintliga stationer och aggregat, så kallad stations- och älvoptimering av körningen. Det finns även några sträckor i länet där det anses lönsamt med rensning av älvfåran i syfte att minska fallförlusterna. Ett par sidoflöden till Luleälven beskrivs också som intressanta för kraftproduktion.

Förändras lönsamhetskraven kan i första hand dessa åtgärder bli aktuella:

- Minskning av tunnelförluster
- Rensning av älvsträckor

I framtiden räknar Vattenfall dessutom med att kunna genomföra en total verkningsgradshöjning motsvarande cirka 1,5 procent på alla aggregat med hjälp av ny teknik för löphjul, generatorer, lager med mera.

Utnyttjandet av ytterligare småskalig vattenkraft kan i dag ske genom:

- Effektivisering av anläggningar i drift.
- Idrifttagning av nedlagda vattenkraftverk, kvarnar och sågar.
- Komplettering av utbyggnadsgraden i befintliga kraftverk.

I dag går det att anlägga så kallade strömkraftverk som innebär att man lägger ut en tub, med gallerförsedd öppning högst upp, i forsen. Genom tuben åker en del av forsvattnet medan resten strömmar förbi vid sidan om tuben. Ett strömkraftverk är ett kraftverk som inte reglerar vattenflödet vid kraftverksdammen utan släpper vidare samma mängd vatten som det tar emot vid varje tidpunkt. Det finns två slags ström- kraftverk. Antingen har de en uppbyggd dammkropp (vanligast) eller så har de en grunddamm vid forsacken samt ett mindre dämmningsområde. Uppfinnare i Arvidsjaur har utvecklat en ny typ av vattenkraftverk som består av ett par turbinvingar som är fästa vid en axel. Vattenkraftverket flyter på pontoner, vilket innebär att det inte krävs några ingrepp i form av dammar, arrangerade fallhöjder och dylikt. Det är lätt att flytta, vilket kan vara nödvändigt vid exempelvis islossning. För närvarande pågår arbetet med att lösa de nedisningsproblem som kan uppkomma vid drift under norrbottniska förhållanden.

Status

Miljöbalken säger att vattenkraftverk samt vattenreglering eller vattenöverledning för kraftändamål inte får utföras i någon av de fyra nationalälvarna Torneälven, Kalixälven, Piteälven och Vindelälven (med biflödet Laisälven som rinner genom Norrbotten) med tillhörande vattenområden, källflöden och biflöden. Samma förbud gäller för Skellefteälvens källflöden uppströms Sädvajaure respektive Riebnes, Byskeälven, Åbyälven, Stora Luleälven uppströms Akkajaure, Lilla Luleälven uppströms, Skalka och Tjaktjajaure, Pärälven samt Råneälven. I länsstyrelsens dokument Miljö 2000 fastslås att Norrbottens kvarvarande fors- och strömsträckor långsiktigt ska bibehållas.

För närvarande (våren 2001) utgår det statligt investeringsstöd till vindkraft, småskalig vattenkraft och biobränslebaserad kraftvärmeproduktion. Om investeringsstöden omräknas med fem procents kalkylränta och 15 års avskrivningstid för vindkraft, 25 års avskrivningstid för kraftvärme och 30 års avskrivningstid för småskalig vattenkraft uppgår de *maximala* stödbeloppen (inklusive det tillfälliga stödet på nio öre per kWh till småskalig elproduktion, baserad på förnybara energikällor, i anläggningar vars effekt är mindre än 1 500 kW) för respektive produktionsteknik till:

Vindkraft	cirka 32 öre per kWh
Småskalig vattenkraft	cirka 13 öre per kWh
Kraftvärme	cirka 16 öre per kWh

Bidraget till småskalig vattenkraft (med en installerad effekt på 100-1 500 kW) som uppgår till högst 15 procent av investeringskostnaderna, får i princip bara betalas ut till effektivisering, ombyggnad eller återuppbyggnad av befintliga anläggningar. Anläggningarna ska vara av typen strömkraftverk. Ett grundläggande krav för att få bidrag till småskalig vattenkraft är att det finns en gällande vattendom. Målet med det nuvarande investeringsstödet till småskalig vattenkraft (våren 2001) är att åstadkomma 0,25 TWh per år i ny elproduktion från småskalig vattenkraft.

Den 1 november 1999 upphörde det så kallade leveranskoncessions-systemet. För ägare av småskaliga produktionsanläggningar för vattenkraft, vindkraft och solel innebär detta att den som säljer el inom lokalområdet inte längre behöver ta emot lokalt producerad kraft och betala skälig ersättning för detta. I avvaktan på en långsiktig lösning infördes det tillfälliga stödet på nio öre per kWh till småskalig elproduktion,

baserad på förnybara energikällor, i anläggningar vars effekt är mindre än 1 500 kW. Detta stöd ska enligt regeringsbeslut gälla till den 31 december 2002.

All användning av elenergi, även den som produceras med hjälp av vattenkraft, beskattas. Vissa kundkategorier betalar även moms. För de flesta användare uppgick elskatten den 1 januari 2001 till 18,1 öre per kWh. Sedan 1993 undantas tillverkningsindustrin, gruvnäringen och växthusnäringen från denna skatt. Kommunerna i Norrbotten har en lägre elskatt. Den 1 januari 2001 uppgick den till 12,5 öre per kWh. Även användningen av el inom el-, gas-, värme- och vattenförsörjningen har en nedsatt elskatt.

Sedan november 1998 sker en säsongsmässig (1/11-31/3) beskattning (14,8 öre per kWh i norra Sverige den 1 januari 2001) av elanvändningen i elpanneanläggningar med en installerad effekt överstigande 2 MW.

Till skillnad från kärnkraftproducerad el är el från vattenkraft befriad från produktionsskatter.

Avregleringen av den svenska elmarknaden, som bland annat inneburit att kravet på timvis elmätare försvunnit samt att det blivit mycket enklare att byta elleverantör, har inneburit att elpriset, exklusive moms, skatt och nätavgift, i dag (våren 2001) i norra Sverige ligger på omkring 25-30 öre per kWh för boende som har tillsvidaretaxa (och alltså inte nappat på nya avtalserbjudanden) och 22-28 öre per kWh för boende som bundit sin taxa på ett år (taxan ökar med ökad bindningstid). Med allt inräknat (elpris, nätavgift, moms, skatt) handlar det om en kostnad för bunden taxa (ett år) på omkring 55-65 öre per kWh.

Den allmänna prognosen är att de svenska elpriserna kommer att stiga något de närmaste åren.

Miljöeffekter

Några helt orörda vattendrag finns inte längre. Alla bär i någon mån spår av människans miljöomdanande verksamhet. Det som fortfarande finns kvar är istället ett antal fritt rinnande vattendrag vilka inte styckats upp av stora dammar och vattenmagasin. Dessa benämns i fortsättningen som orörda.

Orörda älvekosystem är nog de mest variationsrika ekosystemen på våra breddgrader. Ingen annan miljötyp kan uppvisa en sådan mångfald. Till följd av de regelbundna, naturliga översvämningarna är växtproduktionen på stränderna synnerligen god. Det gynnar växtätare och i för-

längningen också rovdjur. Många landdjur besöker regelbundet älvarna för att söka föda eller dricka. Ansenliga mängder växtmaterial spolas ner i vattnet under högvattenperioderna vilket gynnar det rika djurliv som finns under vattnet.

De orörda älvarna utgör viktiga och effektiva spridningsvägar för djur och växter vilka fritt kan röra sig uppströms och nedströms längs älvarna. Den numera utrotningshotade naturlaxen är ett exempel på en känd art som är beroende av orörda vattendrag för sin överlevnad.

Effekterna av vattenkraftutbyggnad går långt utöver konsekvenserna i själva vattendraget och de strandnära zonerna.

Av de 139 största flodsystemen i USA, Kanada, Europa och Ryssland med grannrepubliker är i dag bara 54 oreglerade. Av dessa finns 35 i Nordamerika och 18 i Ryssland. Det enda oreglerade älvsystemet av denna storlek i Europa är Kalix- Torneälvsystemet (älvarna är sammanlänkade via bifurkationen Tärendeälven). Därefter i storleksordning kommer Vindelälven med biflöden (bland annat Laisälven). Landets största oreglerade skogsälvar är Råneälven och Byskeälven.

Genomgripande regleringar

I nordliga områden som Sverige där växlingar mellan varma och kalla årstider skapar stora variationer i älvarnas vattenföring har det varit nödvändigt med genomgripande regleringar för att effektivt kunna utnyttja vattenkraften. Med stora regleringsmagasin i fjälltrakterna, ofta skapade genom betydande överdämningar av land, hålls vårflodsvattnet kvar. I syfte att tillvarata all tillgänglig fallhöjd har de flesta älvtutbyggnaderna skett via skapandet av trappor bestående av magasin och kraftverk. Så gott som alla forsar i dessa vattendrag har dämts över eller torrlagts.

Även vattenöverledningar förekommer. Därigenom kan vattenföringen fås att öka, minska eller omfördelas över året. Verkningarna av dessa förändringar brukar rubriceras som nedströmseffekter eftersom effekterna i första hand märks på vattenföringen och därmed också växt- och djurlivet nedströms ingreppet. En överledning av vattenflödet från en älv påverkar såväl djupet som hastigheten hos flödet nedströms ingreppet. Men åtgärden leder inte till den tydliga förlust av naturliga toppflöden, vattenståndsvariationer och fria vandringsvägar för växter och djur som är karakteristiska för traditionella regleringar. Blandningen av vatten från olika älvar kan dock påverka floran och faunan i mottagarälven.

Miljöeffekterna av småskalig vattenkraft skiljer sig inte principiellt

från de vid större kraftverk så länge det handlar om regleringar via dämningar och/eller magasineringar.

Så länge fossilbaserad elkraft, från exempelvis Danmark, används för att klara topparna i den svenska elförsörjningen kan användningen av inhemsk vattenkraft ses som ett verksamt instrument för att minska den internationella kraftindustrins utsläpp av koldioxid, svavel, kväveoxider, slagg och flygaska. Ett småskaligt vattenkraftverk på 250 kW som producerar en GWh el per år sägs enligt denna logik kunna minska kraftindustrins utsläpp enligt följande:

- Koldioxid 800 000 kilogram
- Svavel 2 600 kilogram
- Kväveoxider 2 300 kilogram
- Slagg och flygaska 50 000 kilogram

Sammanfattningsvis påverkar vattenkraftsutbyggnader:

- Landskapsbilden
- Vattenhushållningen
- Biotoperna
- Den biologiska mångfalden
- Fisket
- Kulturminnesvärden
- Friluftslivet

Potential

Energi

Enligt en utredning som Vattenfall Utveckling AB gjort är det i dag ekonomiskt lönsamt samt juridiskt möjligt att öka vattenkraftproduktionen i länet med cirka 50 GWh. Den största delen av detta handlar om effektivare användning av befintliga stationer och aggregat, det vill säga stations- och älvoptimering av körningen. Det finns även några sträckor där det är lönsamt med rensning av älvfåran för att minska fallförluster. Ett par sidoflöden till Luleälven skulle också kunna utnyttjas för produktion.

Utan krav på lönsamhet finns det ytterligare 150 GWh som det är tekniskt möjligt att utnyttja. Då handlar det om åtgärder som:

- Minskade tunnelförluster

- Rensning av ytterligare älvsträckor
- Nya anläggningar eller omledning av flöden i mindre bäckar.

(Här handlar det om projekt som kan stöta på vissa juridiska, politiska och opinionsmässiga hinder).

Om man sedan tittar längre fram i tiden kan man även räkna med en total verkningsgradshöjning på cirka 1,5 procent på alla aggregat genom olika tekniska framsteg som gjorts (nya löphjul, generatorer, lager med mera). Detta skulle ge ytterligare cirka 225 GWh (1,5 procent av 15 TWh). Enligt Vattenfall är verkningsgradsförbättringen i de flesta fall för liten för att ensamt motivera de investeringar som krävs, varför det inte är aktuellt med någon väsentlig ökning av produktionen inom överskådlig tid.

Ur ekonomisk synvinkel är, enligt länsstyrelsen, en utbyggnad av småskalig vattenkraft ytterst tveksam. Det gäller främst utbyggnad eller restaurering av nedlagda kraftverk. Redan för befintliga anläggningar anses det föreligga stora svårigheter att få bärighet i verksamheten. Ett exempel från länet där produktionen uppgår till cirka 3,2 GWh per år visar att det krävs att det tillfälliga stödet till småskalig kraftproduktion (mindre än 1 500 kW), baserat på förnybara energikällor, på nio öre per kWh bibehålls för att nollresultat ska kunna uppnås vid normal årsproduktion. Det kan jämföras med det nuvarande investeringsstödet till småskalig vattenkraft på 15 procent, vilket i det här fallet skulle ha reducerat kostnaden med drygt tre öre per kWh. En rimlig avkastning på totalt satsat kapital skulle kräva ett ytterligare stöd i storleksordningen 10-15 öre per kWh. Sammanfattningsvis är situationen för anläggningen sådan att den klarar sig med god avkastning om den får samma förutsättningar som vindkraft som dessutom erhåller en miljöbonus motsvarande elskattens storlek (18,1 öre per kWh, januari 2001).

Länsstyrelsens slutsats är dock att potentialen för småskalig vattenkraft i länet, med de restriktioner och ekonomiska förutsättningar som gäller idag, är i stort sett försumbar.

Sysselsättning

Någon märkbar ökning av sysselsättningen till följd av de enligt Vattenfall ekonomiskt, juridiskt, politiskt och opinionsmässigt möjliga projekten är inte att vänta eftersom insatserna väntas ske inom normal drift. En förändring av synen på småskalig vattenkraft skulle dock kunna rendera i en del nya jobb för länets del. Småskalig vattenkraft är mer sysselsättningskrävande än storskalig vattenkraft.

Allmänt

Ett vattenkraftverk, litet eller stort, har normalt en livslängd på 50-70 år. Anläggningskostnaderna är höga, driftkostnaderna förhållandevis låga. Kraftverken är därför som regel olönsamma i början och lönsamma i slutet. Det innebär att investeringar i vattenkraftverk kan vara mindre lyckosamma ur kortsiktig, privatekonomisk synvinkel samtidigt som de kan vara klart mer lönsamma ur ett nationalekonomiskt perspektiv.

Vattenkrafttekniken har en lång historia i Sverige, så även den småskaliga vattenkraften. Med småskalig vattenkraft avses vattenkraftverk med en sammanlagd installerad effekt som är mindre än 1 500 kW. Under 1900-talets första decennier byggdes ett stort antal små vattenkraftverk. Under 50-, 60- och 70-talen lades dock cirka 3 000 anläggningar ned av tekniska och/eller ekonomiska skäl.

I dag finns det cirka 1 200 små vattenkraftverk i drift. Av dessa finns 13 i Norrbotten. Den småskaliga vattenkraften i vårt län producerar cirka 40 GWh per år, vilket kan jämföras med den samlade elproduktionen från den storskaliga vattenkraften i länet vilken producerar cirka 15 TWh per år.

Stora delar av det norrbottniska skogslandet hyser en relativt artfattig flora och fauna. Där är det vattendragen som fungerar som livgivande pulsådor i landskapet. Strandområdenas frodigare vegetation och rikare djurliv utgör en kraftig kontrast till omgivande marker.

De strömmande vattendragens högre artrikedom beror på flera faktorer. Ett naturligt vattendrag har en speciell flödesrytm under året med årstidsbundna vattenståndsvariationer. Detta skapar många fler mikrobiotoper med varierande grad av vattenhalt i markerna. Flödestopparna medför även att strandområdena gödglas. De orörda vattendragen har stor betydelse för floran och faunan. Deras höga artrikedom ger dem ett mycket högt naturvärde.

De bästa lägena för småskalig vattenkraft återfinns ofta i ur naturvårdssynpunkt värdefulla miljöer. Fallhöjderna i de aktuella områdena är som regel av stor betydelse för landskapsbilden.

Fiske i strömmande och forsande vatten är en mycket attraktiv form av fiske. Inom de delar av länet där vattenkraftsutbyggnaden varit stor utgör de återstående vattendragen en mycket viktig rekreativ tillgång för ortsbefolkning och fisketurism. Utbyggnader av små kraftverk i mindre vattendrag och biflöden innebär negativa verkningar för fisket. Småskalig vattenkraft är särskilt olämpligt i områden som har förutsättningar för reproduktion av öring och/eller harr. Dessa reproduktionsom-

råden bör lämnas orörda.

Stora områden i länet är i dag helt undantagna för utbyggnad av alla former av vattenkraftverk. De vattendrag som eventuellt skulle kunna bli aktuella för utbyggnad är enligt länsstyrelsen vissa mindre vattendrag i kustområdet samt biflöden till de i stor utsträckning utbyggda huvudälvfårorna i Luleälven och Skellefteälven. Det är dock viktigt att komma ihåg att en utbyggnad i hittills orörda mindre vattendrag och biflöden vilka ingår i de utbyggda huvudälvarnas tillrinningsområden innebär stora risker för störningar på naturvärden, fiske och rekreation. Därför har länsstyrelsen haft en mycket restriktiv inställning till småskalig vattenkraft i Norrbotten.

Källor

Effekter av vattenkraftsutbyggnad på vilt - en kunskapsammansättning (1994). Viltforum. Svenska jägareförbundets forskningsavdelning.

Effektivisering vattenkraft: Endast i Norrbottens län (1999).
Vattenfall Utveckling AB.

Energibalansstudie över Norrbottens län (1998).
Norrbottens energikontor.

En orörd älvs värde (1995). Fakta i energifrågan. Naturia.

Inventering av kapacitetshöjande åtgärder i Luleälven (1995).
Vattenfall Utveckling AB.

Länsstyrelsens redovisning 1988-08-26 till miljö-
och energidepartementet. (Dnr 2313-7471-88).

Miljö 2000 (1995). Länsstyrelsen i Norrbottens län.

Regler för lokala energisystem (1999). En översikt. Energimyndigheten.

SERO journalen, nr 3-1998.

Småskalig elproduktion samt mätning och debitering av elförbrukning.
SOU 1999:95.

Småskalig vattenkraft har mer att ge. Ett särtryck ur Energimagasinet
1/99.

Svensk elmarknad 1998. Energimyndigheten.





Vindkraft

Ansvarig

Fred Nordström, Norrbottens energikontor

Nuvarande energiproduktion

Cirka 3 680 MWh 2000

Energipotential

Det går inte att göra en realistisk bedömning av energipotentialen i Norrbotten förrän det genomförts vindenergikarteringar över stora områden. Länsstyrelsen har dock gjort uppskattningen att vindkraften i Norrbotten kan producera 300 GWh el år 2005.

Sysselsättningseffekt

Under rådande marknadsförutsättningar inom EU sägs 1 MW installerad vindkraft ge 15–19 arbetstillfällen. En utbyggnad i enlighet med länsstyrelsens uppskattning av den möjliga energipotentialen år 2005 skulle rimligen skapa ett hundratal arbetstillfällen i Norrbotten. Att det inte blir fler beror på att det mesta av tillverkningen i dag sker utomlands.

Tillgång

Tillgången på vindenergi i Norrbotten är för närvarande svår att uppskatta eftersom få tillförlitliga mätningar och vindenergikarteringar (vindenergikarteringar bygger på beräkningar från ett fåtal fasta mätstationer fördelade över ett större område) utförts i länet. Enligt SMHI:s indelning av vindklasser (A-D, där A är den energirikaste klassen) finns det inga klass A- eller D-lägen i vare sig Norrbotten eller Sverige i övrigt. Klass B-lägen anses dock existera längs fjällkedjan samt i ett smalt band längs kusten.

Vindenergikarteringar som täcker större områden har egentligen bara utförts i södra Sveriges kustområden upp till Gävle samt i vissa områden i inlandet, samt i Jämtland och delar av Västerbotten. På grund av tids- och resursbrist är vindenergitillgångarna i övriga Norrland ytterst sparsamt undersökta. Under år 2000 genomfördes en vindresurskartering längs kuststräckan från Piteå till Haparanda. Karteringen är dock för grovmaskig för att kunna användas som underlag för projekteringar. De beräkningar som gjorts visar dock att det i det yttre kust- och skärgårdsområdet finns vindenerginivåer över 2 400 kWh per kvadratmeter och år på en höjd av 50 meter över havsytan, vilket är den nivå som Energimyndigheten (tidigare Nutek) förslagit som gräns för riksintresseområde för vindkraft. Resultatet kommer att utgöra ett bra underlag för kustkommunerna när de ska lägga in vindkraften i det pågående arbetet med översikts- och detaljplanerna.

En omfattande vindkartering, byggd på klimat- och flödesmodeller utvecklade för storskaliga vindkarteringar, har genomförts över hela Norrbotten av Risö forskningscentrum (i Danmark). Uppdragsgivaren är Vindkompaniet. Studien pekar på att det finns mycket stora områden med höga vindenergivärden. Enligt Vindkompaniet ligger potentialen för konkurrenskraftig elproduktion i Norrbotten via vindkraft på 2 000-3 000 GWh.

De metoder för vindenergikartering som normalt använts bygger som regel på den så kallade WASP-metoden (Wind Atlas Analysis and Application Programme). Enligt SMHI:s utvärderingar av metodernas tillförlitlighet stämmer vindvärderingarna bra överens med verkliga förhållanden. I vart fall i södra delarna av landet där utvärderingarna är gjorda.

Lokala egenheter i fråga om topografi och landskapsformationer ökar osäkerheten kring vindenergikarteringarnas tillförlitlighet. Speciellt om de bygger på ett fåtal fasta mätstationer. Erfarenheter från

vindmätningar i fjällen visar att det kan förekomma stora lokala variationer även inom begränsade ytor. Med modern så kallad CFD-teknik (Computer Fluid Dynamics) kan SMHI beräkna komplicerade strömnings- och spridningsmönster i luften. För fjällområden med ojämn och komplex topografi kan WasP-metoden kompletterad med CFD-teknik ge ett underlag för bedömning av lokala vindförhållanden. Vindmätningar i Suorva har visat att den så kallade MIUU-modellen, utvecklad vid Uppsala universitet, ger en god bild av rådande vindförhållanden i fjällmiljöer med förekomst av "low level jets", det vill säga höga medelvindhastigheter i fjälldalgångar på grund av kanaliseringseffekter.

Energimyndigheten anger i rapporten "Vindkraft i Sverige" (maj 2001) att ytterligare vindkarteringar bör genomföras i de delar av fjäll- och havsområdena som kan bli aktuella för utbyggnad. Kostnaderna uppskattas till 2,5-4 miljoner kronor för hela landet.

De områden som i dagsläget bedöms vara mest intressanta i Norrbotten ur vindenergisympunkt är fjällen och kusten. Men där är också konfliktrisen som allra störst. Länsstyrelsen har i ett policydokumentet från 1998 ("Vindkraft i Norrbotten") fastslagit att nationalparker och obruten fjällmark inte kan komma ifråga för vindkraftutbyggnad. Vidare fastslås att det råder stor konfliktrisk med miljö- och turistintressen vid vindkraftsetableringar i närheten av nationalparkerna och de stora Norgevägarna, samt i zonen mellan E 4 och Bottenviken. Nära kusten anses konfliktriskerna vara ganska stora. Länsstyrelsen utesluter inte möjligheten att det kan göras undantag för vindkraftetableringar i områden med stor konfliktrisk om där redan finns störande verksamhet, så länge det inte handlar om områden vilka klassats som världsarv, nationalparker eller naturreservat.

Inlandet, det vill säga området mellan kust och fjäll, är utpekad som det minst konfliktfyllda området i Norrbotten. Men det är också det område som ansetts vara minst intressant ur vindenergisympunkt. Vindkraft i öppet hav accepteras så länge den befinner sig på behörigt avstånd från skärgården och det inte uppstår problem för sjöfarten och fisket.

Användning

Den totala vindkraftproduktionen i Sverige under 2000 uppgick till drygt 0,4 TWh el (447 GWh), vilket är en kraftig ökning sedan 1999

då den svenska vindkraften stod för cirka 0,3 TWh. De flesta vindkraftverken är lokaliserade till Gotland, Västkusten och Skåne.

Den nuvarande elproduktionen från vindkraft i Norrbotten är i stort sett försumbar i jämförelse med landets totala årsproduktion. Det vindkraftverk som varit igång längst i Norrbotten, av de större vindkraftverken, finns i Suorva i Jokkmokks kommun. Verket, som togs i drift i oktober 1998, har en effekt av 600 kW. Det var också det vindkraftverk som producerade mest el i Sverige, hela 1 800 MWh under det första driftåret 1999. Under 2000 var elproduktionen 1 825 MWh.

I Piteå har två vindkraftverk på 650 kW vardera uppförts på Haraholmen. De togs i drift i slutet av 1999 och producerade sammanlagt 1 863 MWh el under det första driftåret. Det finns även sex nya vindkraftverk på vardera 900 kW på det gamla Viscariaområdet i Kiruna, samt ett mindre vindkraftverk på industriområdet i Kiruna som varit igång några år.

Lokalt engagemang

Erfarenheterna från Suorva-projektet, liksom de energikarteringar och vindenergimätningar som utförts, visar att vinden är en naturresurs som kan utnyttjas för energigenerering i Norrbotten, samt att det sannolikt finns en stor potential för teknik- och systemutveckling av norrbottensbaserad vindkraft. Eftersom de stora tillverkarna av vindkraftverk finns i länder som Tyskland och Danmark, och de stora projekteringsföretagen på den svenska marknaden framför allt finns i södra Sverige, finns det ett stort behov av ett ökat regionalt och lokalt engagemang i de för vindkraften viktiga utvecklingsfrågorna. Ett ökat regionalt och lokalt engagemang (även i form av ägande) kan ses som en garant för att vinsterna från en utveckling av denna norrbottniska naturresurs inte går regionen och dess invånare förbi samt att länet inte får en vindkraftutveckling som till övervägande del styrs av principen "först till kvarn...".

Teknik

Ett modernt vindkraftverk omvandlar vindens rörelseenergi till elektricitet. Eftersom vinden innehåller en relativt liten mängd energi per volymenhet jämfört med exempelvis vatten måste energin tas upp från en relativt stor yta. Det förklarar varför bladen på ett vindkraftverk är så pass stora. Teoretiskt kan man utvinna knappt 60 procent av rörelseenergin i vinden, men i praktiken handlar det om cirka 50 procent. Efter avdrag för förluster i bland annat växellåda och generator

hamnar man på en elproduktion motsvarande cirka 45 procent av vindens energiinnehåll.

Normalt är vindkraftverk konstruerade för att producera el vid vindhastigheter på mellan 4 och 25 meter per sekund. Märkvinden, det vill säga den vindstyrka där vindkraftverket ger maximal effekt, ligger omkring 12-14 meter per sekund.

Konstruktion

Ett vindkraftverk består av ett torn med en rotor (propeller) och ett maskinhus som placeras i tornets topp. Tornet, som monteras fast i ett nedgrävt betongfundament, är som regel mellan 30 och 80 meter högt. Rotorns diameter är ungefär lika stor som tornhöjden. Via en växellåda driver rotorn en generator som alstrar ström. Via en transformator matas strömmen ut på elnätet. Växellådans uppgift är att åstadkomma ett varvtal som passar generatoren, ofta runt 1 000 varv per minut. För närvarande pågår ett utvecklingsarbete i syfte att få fram generatorer och elektronik som gör att det inte behövs någon växellåda. Den teknik som ABB utvecklat under namnet "Windformer" innebär en integrering av kraftproduktion och transmission till ett nytt system som ger vindkraftaggregat utan vare sig växellåda och transformator. Systemet är avsett att användas för vindkraftparker med en effekt på 15 MW eller mer och där varje enskilt aggregat har en effekt över 3 MW. Systemet väntas ge ökad elproduktion, lägre förluster och minskade underhållskostnader. Tekniken ska enligt planerna introduceras på Gotland under 2002.

Av säkerhetsskäl har alla vindkraftverk försetts med två oberoende bromssystem, en aerodynamisk broms (bladspets eller bladet vrids) och en mekanisk skivbroms. För att begränsa effekten vid höga vindstyrkor används bland annat Pitch-reglering (bladen vrids med hjälp av en motor runt sin egen axel) och Stall-reglering (den inställda vinkeln på bladen medför att de successivt tappar sin lyftkraft vid högre vindhastigheter).

Maskinhuset vrids med hjälp av en motor så att det alltid pekar mot vinden. Allt styrs med en dator som via vindhastighetsgivare och vindriktningsgivare reglerar hela vindkraftverket.

Utseende

Utvecklingen går mot allt större vindkraftverk, vilka är billigare att bygga per installerad kW än mindre verk. Det beror på att större verk

kräver mindre konstruktionsmaterial och utnyttjar mindre markyta per installerad kW än mindre verk.

I dag är vindkraftverk med tre blad vanligast. Därmed fås en marginell ökning av produktionen jämfört med två blad. I framtiden bedöms det dock bli vanligare med tvåbladiga vindkraftverk, eftersom de har lägre materialkostnader än trebladiga vindkraftverk.

Status

För närvarande (våren 2001) utgår det statligt investeringsstöd till vindkraft, småskalig vattenkraft och biobränslebaserad kraftvärme-produktion. Om investeringsstöden omräknas med fem procents kalkylränta och 15 års avskrivningstid för vindkraft, 25 års avskrivningstid för kraftvärme och 30 års avskrivningstid för småskalig vattenkraft uppgår de *maximala* stödbeloppen (inklusive det tillfälliga stödet på nio öre per kWh till småskalig elproduktion, baserad på förnybara energikällor, i anläggningar vars effekt är mindre än 1 500 kW) för respektive produktionsteknik till:

Vindkraft	cirka 32 öre per kWh
Småskalig vattenkraft	cirka 13 öre per kWh
Kraftvärme	cirka 16 öre per kWh

För att få fart på utbyggnaden av vindkraft i Sverige infördes ett statligt investeringsbidrag till vindkraft i juli 1991. Det var på 25 procent och skulle gälla i fem år. Trots att det sköts till 100 miljoner kronor extra hösten 1995 tog bidragsmedlen slut innan utgången av stödperioden.

Under 1997, när det inte fanns några bidrag tillgängliga längre och det aviserats att ett nytt bidrag var på väg, stannade utbyggnaden av totalt. Med regeringens energiproposition "En uthållig energiförsörjning" (prop. 1996/97:84) infördes ett nytt investeringsbidrag motsvarande högst 15 procent av investeringskostnaden för uppförande av nya vindkraftverk med en eleffekt på minst 200 kW som satte fart på utbyggnaden under 1998. Anslaget var på 300 miljoner för en femårsperiod. Men för åren 2001 och 2002 har ytterligare 80 miljoner kronor avsatts. Målet med bidraget är att åstadkomma en ökning av den årliga elproduktionen från vindkraft motsvarande minst 0,5 TWh. För år 2000 beviljades 83,3 miljoner kronor och 47,5 miljoner kronor betalades ut till färdigbyggda projekt. Därtill kommer en miljöbonus till vindkraft motsvarande elskatten (18,1 öre per kWh januari 2001). Miljöbonusen till vindkraft har förlängts så att den gäller till den 31 december 2001

och förväntas bli ytterligare förlängd ytterligare ett år till utgången av 2002.

Den 1 november 1999 upphörde det så kallade leveranskoncessions-systemet. För ägare av småskaliga produktionsanläggningar för vattenkraft, vindkraft och solceller innebär detta att den som säljer el inom lokalområdet inte längre behöver ta emot lokalt producerad kraft och betala skälig ersättning för detta. I avvaktan på en långsiktig lösning infördes det tillfälliga stödet på nio öre per kWh till småskalig elproduktion, baserad på förnybara energikällor, i anläggningar vars effekt är mindre än 1 500 kW. Detta stöd ska enligt regeringsbeslut gälla till den 31 december 2002.

I energipropositionen påtalas vikten av att vindkraft ges en plats i det svenska energiförsörjningssystemet. Lämpliga platser för vindkraftsanläggningar ska tas fram i samarbete mellan berörda myndigheter, länsstyrelser, kommuner och nätföretag. I propositionen framhålls också vikten av att natur- och kulturvärden inte skadas vid etablering av vindkraft.

I slutbetänkandet av vindkraftutredningen (SOU 1999:75) föreläs ett planeringsmål för utbyggnad av vindkraft motsvarande en elproduktion på 10 TWh per år. Statsminister Göran Persson höll ett anförande vid konferensen "Envisions - miljömöten med visioner" hösten 1999 under vilket han bland annat gav uttryck för följande åsikt:

"Vindkraften har en enorm potential i ett land som vårt med långa kuststräckor. I Danmark har man satt upp som mål att till år 2005 täcka en tiondel av elbehovet med vindkraft, och till år 2030 med närmare hälften"

"Jag vill se en svensk vindkraftsindustri växa fram. Vi kommer kanske inte lika långt. Men låt oss sätta upp målet att vindkraftsproduktionen i Sverige bör motsvara Barsebäcks två reaktorer inom tio år. Utbyggnaden bör främst ske till havs, men också på land - varsamt och anpassat till mycket vacker och känslig kustnatur".

Om statsministerns vision genomförs kommer svensk vindkraft att producera cirka 7 TWh per år 2009. Jämfört med 1998 års produktion, som var 0,3 TWh, innebär det ett rejält genombrott för vindkraft i Sverige. I Energimyndighetens rapport "Vindkraften i Sverige" föreslås ett planeringsmål för utbyggnad av vindkraft på 10 TWh under en tidsperiod av 10-15 år.

Formerna för inmatning av elektricitet till elnätet och handel med el regleras av ellagen.

Tillståndsprövning

Uppförande av vindkraftverk kräver tillstånd. Det kan behövas tillstånd enligt flera lagar. Allt beroende på anläggningens storlek, effekt och gruppering. Det krävs bygglov och bygganmälan för mindre vindkraftverk om vindturbinen är större än två meter eller om vindkraftverket ska placeras på ett avstånd till angränsande fastighet som är mindre än verkets höjd över marken eller om vindkraftverket monteras fast på en byggnad. För större verk eller grupper av verk med en sammanlagd uteffekt på 125 -1 000 kW (1 MW) ska anmälan enligt miljöbalken och förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd göras till kommunen. Ofta ställs det krav på att en miljökonsekvensbeskrivning, MKB, upprättas.

Det krävs tillstånd enligt miljöbalken och förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd för vindkraftverk eller grupper av verk på 1-10 MW. Prövningen görs av länsstyrelsens miljöprövningsdelegation. Detsamma gäller för vindkraftverk eller grupper av verk större än 10 MW med den skillnaden att prövningen görs av miljödomstol. Handlar det om havsbaserade vindkraftanläggningar ska tillståndsprövningen göras av kammarkollegiet. Då krävs det även tillstånd för vattenverksamhet enligt miljöbalken.

Såväl av branschen som de handläggare som hanterar frågorna upplevs tillståndshanteringen vara orimligt utdragen över tiden. Dessutom framförs det kritik mot de olikheter i fråga om tillämpning och värderingar som sägs förekomma inom landet. Det innebär att det kommer att krävas ökade resurser för styrning, planering och handläggning av vindkraftärenden om Sverige ska kunna öka utbyggnadstakten.

Om en vindkraftetablering medför risk för betydande olägenheter för människor eller miljö kan tillsynsmyndigheten besluta om tillsynsprövning enligt miljöbalken även om vindkraftverket inte omfattas av tillstånds- och anmälningsplikt. Om det planerade vindkraftverket kan komma att väsentligt ändra naturmiljön ska det lämnas in en anmälan för samråd till länsstyrelsen oavsett om vindkraftverket omfattas av anmälnings-/tillståndsplikt eller inte.

Miljöeffekter

Vindkraft är en förnybar, inhemsk och ren energikälla. Den betraktas som en av de miljövänligaste energikällorna som finns i dag. Vinden, som utgör själva råvaran, kräver inga miljöförorenande transporter.

Produktionen av el ger inte upphov till några utsläpp av miljöstörande ämnen.

Eftersom el producerad via vindkraft ersätter el från fossileldade kraftanläggningar, vilka orsakar utsläpp av miljöstörande ämnen som koldioxid, svaveldioxid, kväveoxider och askor, innebär en kraftig utbyggnad av vindkraft en förbättring för den globala miljön.

Ett vindkraftverk med en effekt på 1 MW kan varje år:

- Producera cirka 2 500 MWh el.
- Ersätta utvinningen av nära 1 000 ton kol.
- Minska utsläppen av koldioxid med cirka 2 500 ton.
- Minska utsläppen av svaveldioxid med cirka 3 ton.
- Minska utsläppen av kväveoxider med cirka 2,5 ton.
- Spara naturen från brytning av kol, bränsletransporter och spridning av aska.

Elproduktion i vindkraftanläggningar uppfyller flera av miljöbalkens krav för en hållbar utveckling. Vindkraften är förnybar (2 kap. 5 § MB). Den ger inga försurande och övergödande effekter samt bidrar ej till växthuseffekten (1 kap. 1 § 1:a och 4:e punkterna MB). Vindkraften hushåller med användningen av material och energi (1 kap. 1 § 5:e punkten och 2 kap. 5 § MB).

Vindkraftens negativa miljöpåverkan är främst lokalt betingad. Ofta i form av förändringar av landskapsbilden, skuggbildning och ljudalstring. Det närliggande växt- och djurlivet påverkas direkt genom vägbyggen, kabeldragning samt gjutning av fundament.

Ljud

Vindkraftverk ger upphov till mekaniska ljud och aerodynamiska ljud. Via förbättringar av konstruktionen, bland annat i form av ljuddämpande infästningar och ljudisolering, har de mekaniska ljuden reducerats. Även de aerodynamiska ljuden har dämpats, bland annat via lägre bladspets hastigheter samt bättre utformning av bladspetsar och bakkanter. Moderna vindkraftverk uppfyller som regel lagstiftningens krav på ljudnivåer vid ett avstånd på cirka 250-400 meter.

Boverket rekommenderar ett skyddsavstånd på 700 meter för 1 MW och 200 meter för 250 kW.

Fågellivet

Undersökningar i Danmark, Holland, Tyskland och USA visar att fågellivet kan störas på tre sätt, genom direkt kollision, genom att fåglar skräms av vindkraftverken samt vid häcknings- och födosöksområden. Det mesta tyder på att etablering av vindkraftverk inte behöver innebära några påtagliga skador för fågellivet, även om det råder en del oklarheter kring den havsbaserade vindkraftens effekter för exempelvis änder och övriga fåglar som riskerar att kollidera med vindkraftverken vid lågflygningar nattetid och vid dimma. Kunskapsunderlaget är dock begränsat och det behövs ytterligare undersökningar och erfarenheter innan det går att dra några bestämda slutsatser.

Renar

Kunskapen om hur renar reagerar på vindkraftverk är mycket begränsad, främst på grund av att det är få vindkraftverk som uppförts i fjällmiljö. Erfarenheter från Finland pekar dock på att renar inte störs av vindkraftverk. Känsliga områden där renar skulle kunna bli störda är kalvningsland och tränga passager längs renarnas vandringsleder.

Sälar

Vindkraftverk har troligen ingen större skrämseffekt på sälar, utom möjligen när de uppehåller sig i vindkraftverkets omedelbara närhet. Sälar har tidigare uppvisat god tillvänjning i mötet med fasta installationer som broar, fyrar och hamnar. Så länge inte uppförandet av vindkraftverk sker under för sälarna känsliga perioder, som exempelvis när de faller här och föder upp ungar, bedöms risken för påverkan vara liten.

Fiskar

Kunskapsläget om vindkraftverkens inverkan på de marina ekosystemen är dåligt i Sverige. Inför en utbyggnad av havsbaserad vindkraft anses det dock viktigt att beakta effekten på viktiga lek- och uppväxtområden samt risken för ändringar i vattenströmmar, vilka kan leda till biotop-påverkan, och risken för störningar på vissa fiskars årliga vandringar.

Tillverkning och nedläggning av vindkraftverk

Tillverkning av vindkraftverk ger ringa miljöpåverkan. Den energi som åtgår för att producera ett vindkraftverk motsvarar ungefär den elenergi som verket producerar under fyra månaders drift (enligt en livscykel-

analys gjord av Vattenfall 1996). Transporter av vindkraftverk från tillverkningsplats till byggplats förorsakar dock en viss miljöpåverkan.

Nedläggning/skrotning av gamla vindkraftverk kan också medföra en påverkan på miljön. Omfattningen av denna miljöpåverkan beror bland annat på fundamentets konstruktion och förankring, eventuella vägar som dragits fram till verket samt oljespill och liknande som uppkommit vid driften. Vindkraftverkets olika delar kan som regel återvinnas. Sammantaget kan vindkraftens påverkan på naturen efter det att verken monterats ner betraktas som obetydlig.

Nationella miljömål

För de nationella miljö kvalitetsmålen 5 och 10, "Hav i balans samt levande kust och skärgård" respektive "Storslagen fjällmiljö" anger propositionen 1997/98:145 "Svenska Miljömål. Miljöpolitik för ett hållbart Sverige" vilka hänsynsregler som ska iakttas vid byggande av vindkraftverk. Där sägs att lokalisering av vindkraft bör kunna ske på ett sätt som inte leder till stora intrång i värdefulla natur- och kultur- miljöer och med hänsyn till naturens långsiktiga produktionsförmåga, biologiska mångfald, samt friluftslivet.

Genom att el från vindkraftverk ersätter el från fossilt eldade kraftverk ökar en satsning på vindkraft Sveriges chanser att uppnå miljö kvalitetsmålen; 6 ("ingen övergödning"), 7 ("bara naturlig försurning") och 15 ("Begränsad klimatpåverkan").

Eftersom elproduktion via vindkraft indirekt medför minskade utsläpp av förorenande ämnen kan en utbyggd vindkraft, i enlighet med gällande föreskrifter och mål, även sägas bidra till att följande miljö kvalitetsmål uppfylls:

- Miljö kvalitetsmål 1 "Frisk luft"
- Miljö kvalitetsmål 2 "Grundvatten av god kvalitet"
- Miljö kvalitetsmål 3 "Levande sjöar och vattendrag"
- Miljö kvalitetsmål 4 "Myllrande våtmarker"
- Miljö kvalitetsmål 8 "Levande skogar"
- Miljö kvalitetsmål 9 "Ett rikt odlingslandskap"
- Miljö kvalitetsmål 11 "God bebyggd miljö"

Miljökonsekvensbedömning

Enligt miljöbalken ska gruppstationer för vindkraft med tre eller fler

vindkraftaggregat med en sammanlagd uteffekt av minst 10 MW, samt gruppstationer för vindkraftverk eller enstaka aggregat med en sammanlagd uteffekt på mer än 1 MW, alltid antas medföra betydande miljöpåverkan. Då ska alltid en miljökonsekvensbedömning göras. En miljökonsekvensbedömning är mer omfattande än en miljökonsekvensbeskrivning (MKB), vilket alltid ska medfölja tillståndsansökningar för mindre vindkraftetableringar som inte anses orsaka betydande miljöpåverkan. Handlar det om vindkraftaggregat under 1 MW ska anmälan göras till kommunen, vilken i sin tur har rätt att kräva in en MKB.

Syftet med en miljökonsekvensbeskrivning är att beskriva direkta och indirekta effekter på människor, djur, växter, mark, vatten, luft, klimat, landskap och kulturmiljö. Den ska beskriva vilka åtgärder som planeras att sättas in för att motverka de negativa miljöeffekterna. Miljökonsekvensbeskrivningen ska alltid rymma en redovisning av nollalternativet, det vill säga vad som händer om inte åtgärden genomförs, samt en redovisning av alternativa platser och utformningar.

Potential

Energi

Innan det går att göra en realistisk bedömning av potentialen för vindkraft som energikälla i Norrbotten måste det genomföras vindenergi-karteringar över stora områden. Förutom längs fjällkedjan och i kustområdet finns det med stor sannolikhet ytterligare ett flertal platser med goda vindlägen i Norrbotten. Framför allt på höjder i inlandet eller på naturligt öppna platser som hedar, större sjöar och myrområden.

De i dag kända lokalerna med bra vindlägen i länets fjäll- och kustområden är av stort intresse för olika vindkraftbolag. De ansökningar och samrådsanmälningar som fanns registrerade hos länsstyrelsen i juni 2001 omfattade totalt 505-710 vindkraftverk i Norrbotten.

Den sammanlagda effekten av alla dessa vindkraftverk uppgår till cirka 950-1 400 MW. Det innebär att om samtliga projekt skulle genomföras skulle vindkraften i Norrbotten bidra med en årlig elproduktion motsvarande 1 710 - 2 520 GWh, beräknat utifrån den genomsnittliga årsproduktionen i Sverige under 2000.

Länsstyrelsen uppskattar att vindkraften i Norrbotten kan producera nära 300 GWh år 2005.

Sysselsättning

Inom EU betraktas vindkraftindustrin som en etablerad industri vilken genererar tusentals arbetstillfällen. Under rådande marknadsförutsättningar inom EU sägs 1 MW installerad vindkraft ge 15 – 19 arbetstillfällen. Den europeiska vindkraftorganisationen European Wind Energy Association, EWEA, sade 1997 att den installerade effekten inom EU bör ligga på en nivå av 8 000 MW år 2000, vilket skulle innebära att det skapades cirka 130 000 arbetstillfällen via vindkraften. EWEA förutspår en stark ökning av den installerade effekten och har som mål att det ska ha installerats 40 000 MW vindkraft år 2010 samt 100 000 MW år 2020. Det innebär att nära två miljoner personer kan vara sysselsatta inom vindkraftindustrin om 20 år inom EU.

I Danmark är i dag cirka 12 000 personer sysselsatta inom vindkraftindustrin. Allmänt anses att en mast till ett vindkraftverk ger ett årsjobb. Bohus energi räknar med att ett projektet med 800 vindkraftverk skulle skapa ett 40-tal fasta arbetstillfällen i Norrbotten inom drift och underhåll. Under byggtiden skulle arbetet med gjutning av betongfundament, vägbyggnad och transporter generera ett hundratal jobb i cirka tio år.

Allmänt

Vindenergin har utnyttjats sedan urminnes tider. Vindens rörelseenergi har använts till att driva väderkvarnar vilka omvandlat vindens energi till mekanisk energi som använts för att mala säd, pumpa vatten, driva sågverk och utföra annat tungt arbete. Sjöfarten har i årtusenden dragit nytta av energiinnehållet i vinden.

Kritikerna av svensk vindkraft har ofta hävdats att det är svårt att reglera den befintliga elproduktionen så att vindkraften kan utnyttjas på ett effektivt sätt. Förespråkarna för vindkraft hävdar dock att det svenska energisystemet är synnerligen lämpligt för att ta emot vindkraft-el. I Sverige kommer ungefär hälften av elproduktionen från vattenkraft. Vindkraftverk producerar bara energi när det blåser. Vattenkraften, däremot, är reglerbar vilket innebär att produktionen kan anpassas till den aktuella förbrukningen. När vinden blåser är det med andra ord möjligt att spara vatten i kraftverksdammarna för att sedan släppa på vattnet när vinden avtar. Eltillförseln kan regleras av kraftbolagen så att tillförseln hela tiden överensstämmer med förbrukningen, vilken förändras över dygnet.

Utvecklingen av nya system för effektiv elöverföring med likströmskablar, vilka har fem gånger högre överföringskapacitet än traditionella

växelströmskablar, små men effektiva kondensatorer, förbättrade transformatorer, kraftomriktare, mikroprocessorer samt nya intelligenta styrsystem gynnar en fortsatt utbyggnad av vindkraften.

På många håll i landet kan en utbyggnad av vindkraften vara förenat med behov av att förstärka de befintliga elnäten. Lokal produktion och lagring av värme via el från enkel och billig vindkraft som inte ansluts till elnätet kan vara ett alternativ till nätansluten elproduktion från vindkraft.

Planeringsmål och riksintresse

Det finns fortfarande (våren 2001) inget av staten fastlagt långsiktigt och kvantitativt mål för vindkraften. Utan planeringsmål kan det vara svårt att hävda vindkraftintresset när det ska vägas mot andra intressen rörande mark- och vattenanvändningen.

Enligt 3:e kapitlet i miljöbalken bör riksintressen utses utan hänsynstagande till andra intressen. Avvägningarna mot andra intressen får göras i ett senare skede i samband med den fysiska planeringen enligt plan- och bygglagen eller om sådan plan inte finns vid tillståndsgivning.

För att ett riksintresse ska föreligga i vindkraftsammanhang ska det finnas en vindenergitillgång som är påtagligt högre än i landet i övrigt eller i området i övrigt. Dessutom ska 10 MW el kunna anslutas till ett befintligt eller planerat elnät. Det innebär att delar av den norrbottniska fjällkedjan som bevisligen har rika tillgångar på vindenergi skulle kunna bli föremål för vindkraftexploatering

Kommunal planering

För att kommunerna ska ha en bra handlingsberedskap inför en förväntad storskalig utbyggnad av vindkraften föreslår utredarna i SOU 1999:75 ("Rätt plats för vindkraft") att kommuner med goda vindförutsättningar ska behandla vindkraften i sina översiktsplaner. Enstaka vindkraftverk och även grupper med vindkraftverk är inte särskilt utrymmeskrävande. Men risken för buller och skuggeffekter innebär att vindkraftverken måste placeras så att störningar på natur och bostäder inte uppkommer, vilket begränsar lokaliseringsmöjligheterna. Vindkraftverk påverkar landskapsbilden på stora avstånd genom sin höjd och roterande rörelse, samt genom att de alltmer byggs i grupper. Därför måste vindkraftintresset vägas mot intresset för annan mark- och vattenanvändning. De flesta kommuner i Norrbotten reviderar för närvarande sina översikts- och detaljplaner.

I juni 2001 fanns ansökningar för följande vindkraftsprojekt inlämnade till länsstyrelsen i Norrbotten

Exploator	Antal verk	Total effekt	Plats	Kommun
<i>Samrådsskede (enl 6 kap miljöbalken)</i>				
Nordex AB	ca 5	4-9,9	Trundön	Piteå
Nordex AB	5-10	ca 25	Uljabuoda	Arjeplog
Vindkompaniet	ca 70	105-140	Sjisjka	Gällivare
Ventorum AB	19	38	Mörön	Luleå
Vindkompaniet	20	40	Axelvik	Kalix
<i>Ansökan</i>				
Sirkas och Sörkaitum Sameby	ca 100	200	Suorva	Jokkmokk
Jäkkakaska sameby	250-450		Tjaktkajaure	Jokkmokk
Nordanvind vindkraft AB	5	10	Bondön	Piteå
Vindkompaniet	11	9,9	Etu-Aapua	Övertorneå
<i>Beslut</i>				
Nordex AB	3	1,8	Axelvik	Kalix
Nordanvind	2	1,32	Pitholm	Piteå
Vindkompaniet	6	5,4	Peuravaara	Kiruna
Suorvavind AB	1	0,6	Suorva	Jokkmokk
Nordex AB	5	6,5	Seskarö	Haparanda

Den form av ägande som väljs vid byggande av vindkraftanläggningar beror på omständigheterna. Om byggnationen görs av ett befintligt företag är frågan inte aktuell. Annars går det att välja mellan följande alternativ.

- Aktiebolag
- Enskild firma/handelsbolag
- Ekonomisk förening
- Samfällighet

Det finns två olika kooperativa ägarformer för vindkraft; ekonomisk förening och samfällighet. I en ekonomisk förening är det själva föreningen som juridisk person som äger kraftverket. I en samfällighet knyts ägandet istället direkt till delägarnas fastigheter. En ekonomisk förening kan i princip ha medlemmar från hela landet, om inte stadgarna säger annorlunda, medan en samfällighet bara kan ha delägare från samma lantmätardistrikt.

För att skapa förutsättningar för ett lokalt ägande av vindkraftanläggningar kan kommuner och andra lokalt förankrade aktörer inledningsvis gå in som ägare eller delägare av vindkraftverk i avvaktan på att andra lokala ägarlösningar utvecklas. Genom ett sådant agerande skapas förutsättningar för ett lokalt inflytande över denna naturresurs som innebär att framtida vinster kan omsättas där produktionen sker.

Källor

Driftuppföljning av vindkraftverk - årsrapport 2000 (2001).
Energimyndigheten och Elforsk.

SERO journalen nr. 3 1999.

Slutbetänkande av Vindkraftsutredningen SOU 1999:75.

Wind Energy The Facts (1999). EWEA, Altener.

Vindkraft - en ny folkrörelse, 1999. Energimyndighetens förlag.

Vindkraft i Norrbotten (1998). Länsstyrelsen i Norrbottens län.

Vindkraft. Rekommendationer för framtida utbyggnad (1997).
Sammanfattning av rapport från EU:s ALTENER - program.

Vindkraften i Sverige (2001). Energimyndigheten.





Kraftnätet i och från Norrbotten

Ansvarig

Sture Larsson, Svenska Kraftnät

Svenska Kraftnät svarar för det svenska stamnätet som omfattar kraftledningar och stationer för spänningsnivåerna 220 och 400 kV (kilovolt). Den sammanlagda ledningslängden är cirka 15 000 kilometer. 400 kV-nätet i Norrbotten är uppbyggt för att kunna samla upp produktionen från Luleälvens kraftstationer samt knyta samman näten i Nordnorge och i Nordfinland med det övriga stamnätet. En viktig uppgift har även det regionala 130 kV-nätet som är sammanknutet med 400 kV-nätet.

Stamnätets överföringskapacitet från Norrbotten och söderut är anpassad till den installerade kraftstationseffekten i Luleälven. Energiförbrukningen i Norrbotten inverkar på hur mycket energi som återstår för överföring. Under vintern stannar en väsentlig del av kraftproduktionen inom länet.

Knytningen till Nordnorge och Nordfinland innebär stora variationer i överföringarna. Nordnorges kraftbalans styrs i hög grad av vattentillgången, vilket innebär att nettokraftflödet över riksgränsen kan gå i båda riktningarna under olika delar av året. Finland har under lång tid haft en nettoimport av elenergi från de övriga nordiska länderna.

Det nordiska nätet används för att transportera kraft enligt avtal på affärsrättsliga grunder mellan aktörerna på den öppna elmarknaden, framför allt via den nordiska kraftbörsen Nordpool

Sammantaget är det många olika faktorer som är avgörande för belastningen på det norrbottniska nätet. Därför är det svårt att i förväg förutse de exakta behoven vid varje tidpunkt. Man måste räkna med att överföringsförmågan är fullt utnyttjad under kortare eller längre tider. Det gäller regelbundet under förbrukningstopparna morgon och kväll samt under perioder då det är stor tillgång på vatten i Luleälven och i Nordnorge.

Behov av nätförstärkningar

Ett tillskott i kraftproduktion motsvarande en effekt av 10 MW kan betraktas som marginellt i förhållande till att överföringsförmågan från Norrbotten och söderut normalt ligger på cirka 2 700 MW. Ett tillskott på 100 MW är däremot inte obetydligt i konkurrensen om befintlig nätkapacitet. Ett ökat behov i den storleksordningen skulle dock knappast leda till att det blev aktuellt att överväga en förstärkning av överföringsförmågan. Men om det skulle handla om ett tillskott motsvarande 1 000 MW skulle det krävas en förstärkning av nätet söderut med en eller flera 400 kV-ledningar, samt ombyggnader i anslutningsstationerna. Kostnaden för en sådan nätförstärkning kan grovt uppskattas till storleksordningen en halv miljard kronor.

Utrymmet för överföring av energi är stort under förutsättning att det kan ske under tider när nätet inte redan är fullt utnyttjat. Detta faktum ställer krav på att den tillkommande produktionen kan regleras så att den kan utnyttjas under sådana tider. Vindkraften, som styrs av naturkrafterna, uppfyller inte detta krav. För andra kraftslag kan det bli svårt att uppnå lönsamhet om de bara kan utnyttjas under låglasttider när kraftpriserna är låga. I och för sig kan vattenkraften tekniskt sett regleras ner för att effektmässigt ge utrymme för annan produktion. Detta är dock förknippat med kostnader, bland annat på grund av risken för att vattnet senare måste spillas bort. Sådana kostnader påverkar lönsamheten för nya produktionstillskott.

En omfattande utbyggnad av kraftproduktionen i Norrbotten skulle således kräva en motsvarande förstärkning av överföringsförmågan för att energin ska kunna nyttiggöras på elmarknaden. Det kan även krävas investeringar i kraftnätet lokalt och regionalt vid tillkommande elproduktion. Men de kan inte beskrivas förrän det finns ett konkret lokaliseringsförslag, eftersom förutsättningarna för anslutningar är olika i olika delar av länet samt att produktionens storlek och art är väsentlig vid utformning av kraftnät.

Stamnätstariffen

De officiella stamnätstarifferna är konstruerade för att kunna täcka de kostnader som är förenade med byggande, underhåll och drift av stamnätet. Tariffintäkterna måste även täcka kostnaderna för att köpa den energi som försvinner genom förlusterna på stamnätet. Dessa uppgår i medeltal till cirka 2,4 TWh per år för hela stamnätet. Denna kraft har upphandlats från elproducenter för cirka 500 miljoner kronor. Förlust-

erna kan påverkas till en mindre del genom ombyggnader och effektivisering av driftmetoder.

Kostnaderna för nätförlusterna ska täckas av tariffens energikomponent, vilken baseras på marginalförlustfaktorer som är individuellt framräknande för varje punkt på nätet. Den ska avspegla hur en ökad inmatning på den aktuella punkten ökar förlusterna i hela nätet. De marginella förlusterna för inmatning i Norrbotten är i medeltal cirka tio procent. I närheten av de stora förbrukningsområdena i södra Sverige ligger de nära noll. Det innebär att en kraftproducent i Norrbotten betalar en högre energiavgift för att få mata in kraft på nätet än kollegorna i Syd- och Mellansverige.

Den fasta effektavgiften, som främst avspeglar de kapital- och underhållskostnader som är förknippade med ett långsträckt stamnät, har en motsvarande fördelning mellan norr och söder. Å andra sidan är det i motsvarande grad billigare att ta ut kraft från stamnätet i norr, jämfört med södra Sverige.

Stamnätstariffen är en prissignal till kraftproducenterna om att lokalisering av kraftstationer har ekonomisk betydelse. Det gäller i synnerhet större kraftstationer som är direkt kopplade till stamnätet. Mindre kraftstationer som är anslutna till regionnäten känner av prissignalen indirekt.

För elkonsumenten blir dock effekten av den nord-sydliga prisdifferensen rätt liten eftersom stamnätsdelen bara utgör cirka tio procent av hushållskonsumentens totala nätkostnad och cirka fyra procent av den totala elkostnaden.

Det finns för närvarande inte några beslutade utbyggnadsplaner för stamnätet i eller från Norrbotten. Vissa förstärkningar kan dock behöva övervägas. Vid en eventuell framtida kraftutbyggnad vid olje- och gasfälten utanför Nordnorge kan det dock bli aktuellt med en förstärkning av de norska, finska och svenska näten. Även det växande elenergibehovet i Finland kan motivera en framtida förstärkning av överföringskapaciteten mellan de nordiska länderna. Ett av flera alternativ som studeras är byggandet av en tredje 400 kV-ledning över Torneälven med anslutning i någon station längs Luleälven.

Kraftnätet



Källa: Svenska kraftnät



Utbildning och forskning inom energiområdet

Ansvarig

Björn Kjellström, Luleå tekniska universitet

Norrboten är med sin vattenkraftproduktion av stor betydelse för Sveriges energiförsörjning. Länet är även hemvist för viktiga och energi-krävande basindustrier. Tillsammans med det faktum att Norrbotten rymmer stora och outnyttjade biobränsletillgångar utgör detta starka skäl för en målmedveten satsning på energiutbildning och energiforskning i Norrbotten.

Grunden är redan lagd. Här finns numera en forskning inriktad på att lösa de problem som aktualiseras genom den energiomställning som Sverige och andra industriländer måste genomföra för att kunna uppfylla sina åtaganden om minskade utsläpp av växthusgaser.

I Norrbotten finns det i dag tre nationellt viktiga energiforskningscentrum vid sidan av Luleå tekniska universitet. De är Energitekniskt centrum i Piteå, som arbetar med biobränsleutnyttjande, Porjus hydro-power centre, som arbetar med vattenkraft- och generatorforskning samt demonstrationsanläggningen för fjällförlagd vindkraft vid Suorva.

Gymnasieutbildningar i Luleå och Piteå

Det finns i dag två gymnasieprogram med VVS-inriktning i länet. De finns vid Strömbäckaskolan i Piteå och Midskogsskolan i Luleå. I dessa ingår flera energikurser. På Strömbäckaskolan är det vanligen 16 elever, samt på Midskogsskolan ett tiotal elever, per årskull som väljer denna inriktning.

Eftergymnasiala KY-utbildningar i Luleå och Piteå

KY står för kvalificerad yrkesutbildning. Det finns i dag två KY-utbildningar med energiinriktning i länet. De finns på Strömbäckaskolan i Piteå och Midskogsskolan i Luleå. Dessa utbildningar bedrivs i nära samarbete med näringslivet. Utbildningen på Midskogsskolan, som är den yngsta av de två, är inriktad mot kraft- och värmeteknik medan utbildningen på Strömbäckaskolan är inriktad mot småskalig biobränsleteknik. Elevantalet har varierat under de år utbildningarna funnits men låg i de senaste avgångsklasserna på tio för Midskogsskolan (2000) och tolv för Strömbäckaskolan (1999).

Högskoleutbildning i Arvidsjaur

En högskoleutbildning i biobränsleproduktion startade vid Sandbackaskolan i Arvidsjaur kommun 1998. Utbildningen bedrivs som ett samarbetsprojekt mellan i första hand Sveriges lantbruksuniversitet i Umeå och Arvidsjaur kommun. Lärare hämtas bland annat från Umeå universitet och Energitekniskt centrum i Piteå.

Utbildningen drivs dels distribuerat, vilket innebär att läraren åker till Arvidsjaur och håller sin undervisning, dels på distans, där läraren bedriver undervisningen från Umeå med hjälp av modern IT-teknik. Allt sker i nära samarbete med de forskningsprojekt inom områdena rörlensodling, bränsleförädling samt slamhantering som startats i kommunen.

Kursblocken består huvudsakligen av biologiska kurser samt kurser i entreprenörskap och projektledning. Dessutom tillkommer ett examensarbete, vilket är obligatoriskt för alla elever. Det finns även valfria kurser i ekonomi, teknologi samt statistik. De studenter som genomför utbildningen med godkänt resultat har möjlighet att ta ut en kandidatexamen i huvudämnet biologi.

Det första och hittills enda intaget till utbildningen gjordes 1998. Nio elever tog våren 2001 ut sin examen.

Högskole- och universitetsutbildning i Luleå

De första energikurserna inom civilingenjörsprogrammet för maskinteknik inrättades 1977 vid den dåvarande Tekniska högskolan i Luleå. Kurserna var frivilliga. Efter önskemål från eleverna inrättades en ny avslutning med inriktning mot energiteknik 1994. Elever som väljer denna inriktning läser dels ett antal kurser som är gemensamma för alla elever inom maskinteknikprogrammet, dels ett antal obligatoriska grundläggande kurser med energiinriktning.

Därefter kan de välja några olika tillämpningskurser.

De specialkurser inom energiteknik som ingår i denna avslutning är:

- Termodynamik
- Värmeöverföring
- Strömningslära
- Förbränningslära
- Energitekniska anläggningar och system
- Termiska turbomaskiner och ångpannor
- Maskinteknik inom cellulosaindustrin
- Kärnkraftteknik
- Förbränningsmotorteknik
- Fjärrvärmeteknik

Omkring 15 elever per år väljer energiinriktning. Både de grundläggande och de tillämpade energikurserna lockar betydligt fler deltagare. Antalet varierar mellan 20 och 40 per kurs. Energitkurserna är särskilt populära bland de utländska gäststudenterna från Europa, USA/Canada och Sydostasien.

Som avslutning på studierna gör eleverna ett examensarbete med energiinriktning. Några elever väljer att göra sina examensarbeten på industrier i Norrbotten. Men de flesta väljer att genomföra sina examensarbeten vid företag i södra Sverige, där också många tycks hitta sin första anställning.

Luleå tekniska universitet erbjuder även högskoleingenjörsutbildning inom energiområdet. Utbildningen startade 1989. Det finns två inriktningar att välja mellan, nämligen förbrännings- och värmeteknik samt vattenkraftteknik. De elever som väljer förbrännings- och värmeteknisk inriktning kan välja fritt bland samtliga kurser inom civilingenjör-

programmet. Under utbildningens gång väljer flera elever att avbryta energiutbildningen och flytta över till civilingenjörsprogrammet. Den treåriga utbildningen i vattenkraftteknik startade 1997 och bedrivs i Jokkmokk i nära samarbete med Vattenfalls Jokkmokksskola, vilken hittills huvudsakligen bedrivit utbildning för civilförsvarspiktiga och driftansvariga vid kraftföretag. Cirka 10-15 elever per år väljer att gå den förbrännings- och värmetekniska inriktningen medan antalet som väljer vattenkraftinriktningen varierar mellan fem och 15 per år.

Under civilingenjörsutbildningens sista årskurs har institutionen för samhällsbyggnadsteknik i cirka 15 år givit kursen "Naturvärme" som behandlar solvärme, energiuttag ur mark, luft och vatten samt värmelagring. Institutionen planerar dessutom att starta ett utbildningsprogram om förnybar energi tillsammans med institutionen för maskinteknik.

Luleå tekniska universitet vill utveckla energiutbildningen ytterligare. En breddning av avslutningen planeras. Liksom en öppning in till energiutbildningen för studenter som läser teknisk fysik och samhällsbyggnadsteknik. Vattenkraftutbildningen kommer att byggas ut med ett civilingenjörsprogram och ett internationellt Mastersprogram.

Energiteknisk forskning

I och med inrättandet av en adjungerad professur i energiteknik vid dåvarande Tekniska högskolan i Luleå 1984 samt inrättandet av en heltidsprofessur 1992 slog Norrbotten in på den väg som inneburit att Norrbotten i dag har en framträdande plats i den nationella och internationella energiforskningen.

Biobränsleforskning

Samarbetet mellan länsstyrelsen, Piteå kommun, Assidomän kraftliner och universitetet ledde till att verksamheten vid Piteå kommuns stiftelse Energitekniskt centrum, vilken fram till 1993 främst hade omfattat gymnasial utbildning och visst ekonomiskt stöd till forskningen vid Tekniska högskolan i Luleå, utvecklades till ett kvalificerat energiforskningslaboratorium.

Energitekniskt centrum i Piteå är numera ett svenskt centrum för experimentell energiforskning med inriktning på förbränning och förgasning av biobränslen. Laboratoriet fungerar som ett "forskarhotell" för forskare vilka vill använda laboratoriets lokaler och mätutrustning, samt personalens kompetens, i sin verksamhet. Energitekniskt centrum utnyttjas främst av Luleå tekniska universitet och Umeå universitet, men har

också använts av forskare från Danmark, Finland och Indien. Förutom en liten stab av kvalificerade tekniker och seniora forskare arbetar i genomsnitt tio till tolv forskare och tekniker med mer eller mindre långvariga projekt i laboratoriet.

Den forskning som pågått i Norrbotten under de senaste åren har bland annat omfattat:

- Experimentella och teoretiska studier av värmelagring i hetvattencisterner.
- Experimentella och teoretiska studier av möjligheter att återvinna värme ur fuktig luft med hjälp av öppen absorptionsprocess.
- Experimentella och teoretiska studier av möjligheter att minska hälsofarliga utsläpp från fliseldade närvärmepannor.
- Experimentella och teoretiska studier av möjligheter att minska hälsofarliga utsläpp från ved- eller pelletseldade villapannor och kaminer.
- Experimentella och teoretiska studier av cyklonförgasning av träpulver och andra pulvriserade biobränslen för gasturbindrift.
- Experimentella studier av askproblem i biobränsleeldade pannor med fluidiserad bädd.
- Experimentella studier av möjligheter att reducera tungmetallinnehåll i askor som ska återföras som näringsmedel till skogsmark och åkermark.

Arbetet med att finna mer miljövänliga utformningar av ved- eller pelletseldade pannor och kaminer har gett ett flertal kommersiellt intressanta forskningsresultat. Det är främst företag i Norrbotten som dragit nytta av denna forskning. Även de övriga projekten drivs med en klar målsättning att få fram resultat som kan komma till kommersiell nytta i Norrbotten.

Det pågående forskningsprojektet för utveckling av mer miljövänliga fliseldade närvärmepannor bör fullföljas till kommersialisering med installation av minst två demonstrationsanläggningar i effektområdet 500 kW – 2 MW.

Ett betydelsefullt område inför framtiden är energieffektiv omvandling av skogsbränslen, rörfilen och torv till flytande bränslen. Utveckling av processer som kan ge hög totalenergiverkningsgrad vid samtidig produktion av drivmedel, värme, elenergi och förädlad fast bränsle är ett annat området som är av stort intresse för Norrbotten.

Vattenkraft- och generatorteknik

Ett exempel på en forskningssatsning i Norrbotten som väntas få stor betydelse är etableringen av en forskningsanläggning för vattenturbin-teknik och ny generatorteknik i Porjus. Bakom satsningen står Vattenfall AB, ABB Alstom power AB samt Kvaerner turbin AB vilka har bildat Stiftelsen Porjus hydropower centre. Stiftelsen har investerat cirka 100 miljoner kronor i en ny anläggning med två moderna vattenturbin-aggregat i Porjus gamla kraftstation. Ett av aggregaten har försetts med världens första Powerformer högspänningsgenerator vilket ger unika möjligheter till intressanta forskningsprojekt inom elkraftområdet.

Forskningen inom vattenkraft vid Luleå tekniska universitet har under senare tid varit inriktad på turbinteknik, tribologi (läran om oljor), dammsäkerhet och underhållsteknik.

Exempel på projekt som bedrivits i Luleå är:

- Beräkningar av strömning i vattenvägarna till vattenkraftturbiner. Intresset har framför allt fokuserats på det så kallade sugröret efter turbinen. Där sker en stor del av förlusterna för anläggningar med låg till medelhög fallhöjd (gäller för huvuddelen av Sveriges vattenkraft).
- Experimentella undersökningar av den turbulenta strömningen i sugröret till en Kaplanturbin.
- Förbättring av väggbehandlingen vid beräkningar av strömning i vattenturbiner och vattenvägar.
- Automatisk formoptimering av vatten- och gasturbiner för bästa verkningsgrad.
- Miljövänliga (biologiskt nedbrytbara) oljor i vattenkraftstationer.
- Numerisk modellering av flödet genom fyllnadsdammar.
- Mätning av läckage genom fyllnadsdammar med elektrisk potential.
- Övervakning och diagnostik av tillståndet i komponenter i vattenkraftstationer med internetteknik.

Det finns ett förslag att inrätta en ny adjungerad professur i elmaskiner vid Luleå tekniska universitet. Den planerade forskningen ska inriktas på frågor motiverade av den nya högspänningsgeneratoren i Porjus.

Vindkraft

Till en början var det främst blåsiga kuster och hav som ansågs intressanta för lokalisering av vindkraftanläggningar. Då var det inte mycket som talade för fjällområdet.

De främsta argumenten mot vindkraft i fjällen var:

- Elproduktionen skulle hamna långt från användarna.
- Det skulle bli konflikter med naturvården.
- De tekniska problemen med isbeläggning och underhåll under svåra klimatiska förhållanden ansågs svårhanterade.
- Data för vindförhållanden saknades i stor utsträckning.

Detta hindrade dock inte lokala entusiaster i Jokkmokk från att driva tanken på att starta en försöksanläggning i extrem fjällmiljö. Efter åtskilliga års arbete, som bland annat omfattade vindmätningar med lovande resultat, byggdes det en pilotanläggning vid Suorvadammen 1998. Kraftverket har en effekt av 600 kW vid vindstyrkor på 15 meter per sekund. Syftet med anläggningen är att ge praktiska erfarenheter från vindkraftverk i svensk fjällmiljö. Nedisning, materialproblem vid låg temperatur och försvårat underhåll är exempel på tänkbara svårigheter som ska studeras i Suorva.

Erfarenheterna från de första åtta månadernas drift pekar på en produktion som ligger långt över de nivåer som mätts upp vid andra svenska anläggningar med samma effekt. En årsproduktion kring 1 800 000 kWh förefaller i dag vara realistisk för Suorva-anläggningen. Av materialskäl måste dock driften stoppas när temperaturen blir lägre än minus 20 grader Celsius. En sänkning av gränsen för lägsta tillåtna drifttemperatur är därför en angelägen forskningsuppgift.

Vision 2020

Formulerad av

Hardy Lundberg, SCA Norrbränslen
Katarina Wennman, Bodens kommun
Carina Olofsson Boström, Skogsvårdsstyrelsen Norrbotten
Inge Johansson, Länsstyrelsen i Norrbottens län
Fred Nordström, Norrbottens energikontor
Tord Pettersson, Norrbottens energikontor (samordnare)

Vår vision för Norrbottens energiförsörjning år 2020 har formats utifrån ett antal förutsättningar. Vissa är allmängiltiga, andra är framtagna inom visionsgruppen. Vi har valt att beskriva två typfall, Tätort 2020 och By 2020. Båda har anpassats till norrbottniska förhållanden.

Förutsättningar:

Miljöproblem kan huvudsakligen bero på tre olika saker.

- Mängden föroreningar ökar i naturen eftersom vi hela tiden fyller på med material från jordskorpan.
- Avfallet tillverkas av oss själva – medvetet eller omedvetet.
- Naturen – med sina soldrivna kretslopp – trängs undan.

Det ekonomiska systemet kan inte bygga upp kapital i form av materia. Det är helt beroende av tillförsel av material från det ekologiska systemet, vilket på egen hand bygger upp materia, eller bioresurser, med hjälp av fotosyntesen och kretsloppsprincipen. Uppbyggnaden av bioresurser baseras på soldrivna processer, liv - i form av allt som föds och växer - och död följt av nedbrytning. Bland nedbrytningsprodukterna spirar nytt liv fram och kretsloppet kan löpa vidare. Det ekonomiska systemet bör därför ses som en del i det ekologiska systemet.

Vi tror att den enskilda människan tycker att det är bra ekonomi att bo på en plats med god tillgång till energi i form av mat, el, värme och drivmedel samt social gemenskap och nödvändig service. Det finns en risk med att fokusera allt för stort intresse till penningekonomiska värden utan att titta



på den verkliga ekonomin bakom siffrorna. Det blir särskilt tydligt i situationer där en stor del av transaktionerna handlar om spekulativa valutaaffärer utan någon tydlig koppling till de realekonomiska flödena och de mänskliga behoven.

Alla människor har ett personligt ansvar för sig och sina handlingar. Vi kan välja att avstå från det som inte är nödvändigt och bara använda produkter av hög kvalitet som håller länge samt är skonsamma mot miljön, bra för oss själva och bra för våra medmänniskor. Våra aktiviteter bör utformas på ett sådant sätt att alla naturligt förekommande varelser på denna planet får det utrymme de behöver för att kunna leva och utvecklas.

Definitionen av ekologisk hållbarhet bör utgå från termodynamikens två huvudsatser:

1. Materia och energi kan inte förstöras – endast omvandlas. (Det är med andra ord fel att tala om energiförbrukning och energikonsumtion. Det är samma mängd energi som går in och ut ur ett samhälle. Däremot kan en energiform av hög kvalitet, exempelvis el, omvandlas till en annan energiform av lägre kvalitet, exempelvis värme.)
2. Oordningen (entropin) ökar i varje slutet system.

Utifrån dessa lagar kan två principer härledas:

- I. Materiella värden uppstår ur koncentration och struktur.
- II. Soldrivna processer är de enda fenomen på denna planet som har förmågan att storskaligt bygga upp (producera) mer ordning än de river ner. Genom klorofyllet och fotosyntesen i växterna läggs grunden för nästan all övrig ordning här på jorden.

Överflöd av billiga energiresurser utmynnar ofta i slöseri. Förekomsten av billiga transporter har gynnat framväxandet av energiintensiva system baserade på storskaliga lösningar och en hög användning av fossila bränslen (olja, kol och fossilgas). Det största problemet med en hög användning av fossila bränslen är inte att tillgångarna är begränsade (man räknar med att de i dag kända oljetillgångarna räcker i 50 år framåt) utan att dess förbränningsprodukter bidrar till den tilltagande växthuseffekten samt andra allvarliga miljöproblem, som exempelvis försurning, och hälsoproblem.

Människan behöver energi i form av mat och värme för att överleva. Dessa behov är särskilt tydliga på platser med kallt klimat och korta växtsäsonger. Under industrisamhällets framväxt var det i första hand landsbygden som bidrog med den arbetskraft och de råvaror som industrin behövde. Urbani-



seringsprocessen har möjliggjorts av att det funnits en landsbygd som kunnat förse staden och dess invånare med de livsmedel, bränslen, industriråvaror och övriga resurser som staden inte kunnat frambringa på egen hand.

Till att börja med fanns landsbygden på nära håll. På grund av låga transportkostnader och nationella olikheter i fråga om lönenivåer och levnadsstandard har dock intresset flyttats från den nära landsbygden till en annan landsbygd, ofta i en helt annan världsdel, vilken kan förse staden och dess invånare med de "billiga" livsmedel, bränslen, industriråvaror och övriga resurser marknaden efterfrågar. Stadens beroende av landsbygden har inte minskat. Beroendet har bara ändrat karaktär.

Formuleringen av denna vision (Tätort 2020/By 2020) bygger på två antaganden:

- I framtiden kommer all energianvändning att vara förenad med en skyldighet att betala kostnaderna för de miljöproblem och hälsorisker användningen ger upphov till. Ett sådant system kommer att gynna utvecklingen av lokal livsmedelsproduktion, förnybara energikällor och energieffektiva transporter.
- I framtiden kommer vi att sträva efter att använda den energimässigt lämpligaste kvaliteten. Det gäller att försöka förlora så litet kvalitet som möjligt, exempelvis genom att använda den kvalitetsmässigt lägsta energiform som passar för ändamålet.

Vi efterlyser effektiva åtgärder som stimulerar till en ökad användning av inhemska biobränslen. Som en första åtgärd kan vi exempelvis tänka oss att miljökraven för att elda med pellets och pulver från biobränslen i så kallade topplastpannor placeras i en nivå som i vart fall inte är högre än miljökraven för att elda med olja. I dag används olja som spetslast i många värmeverk. Utsläppskraven begränsas dock ofta till oljans svavelinnehåll. Det ställs inte alltid krav på begränsningar av stoftutsläpp och liknande. Men om oljebrännaren i en topplastpanna ska ersättas av en träpulverbrännare ställs det så höga krav på stoftutsläppen att investeringen ofta inte kan bli lönsam inom överskådlig tid.

En annan åtgärd skulle kunna vara att låta den industri som i dag använder både el och olja utan att betala någon skatt för detta betala en ökad andel av de allmänna energi- och koldioxidskatterna.

Vi ser en framtid byggd på tankegångarna om en ekologiskt hållbar ekonomi byggd på närhetsprincipen (vidareförädling av råvaror ska ske så nära källan som möjligt) där landsbygden stärker sin position gentemot

Vision 2020

städerna. Lokala system minskar sårbarheten för yttre störningar och ökar det egna engagemanget. Den småskalighet som är en förutsättning för kretsloppssamhället finns redan i viss utsträckning på landsbygden.

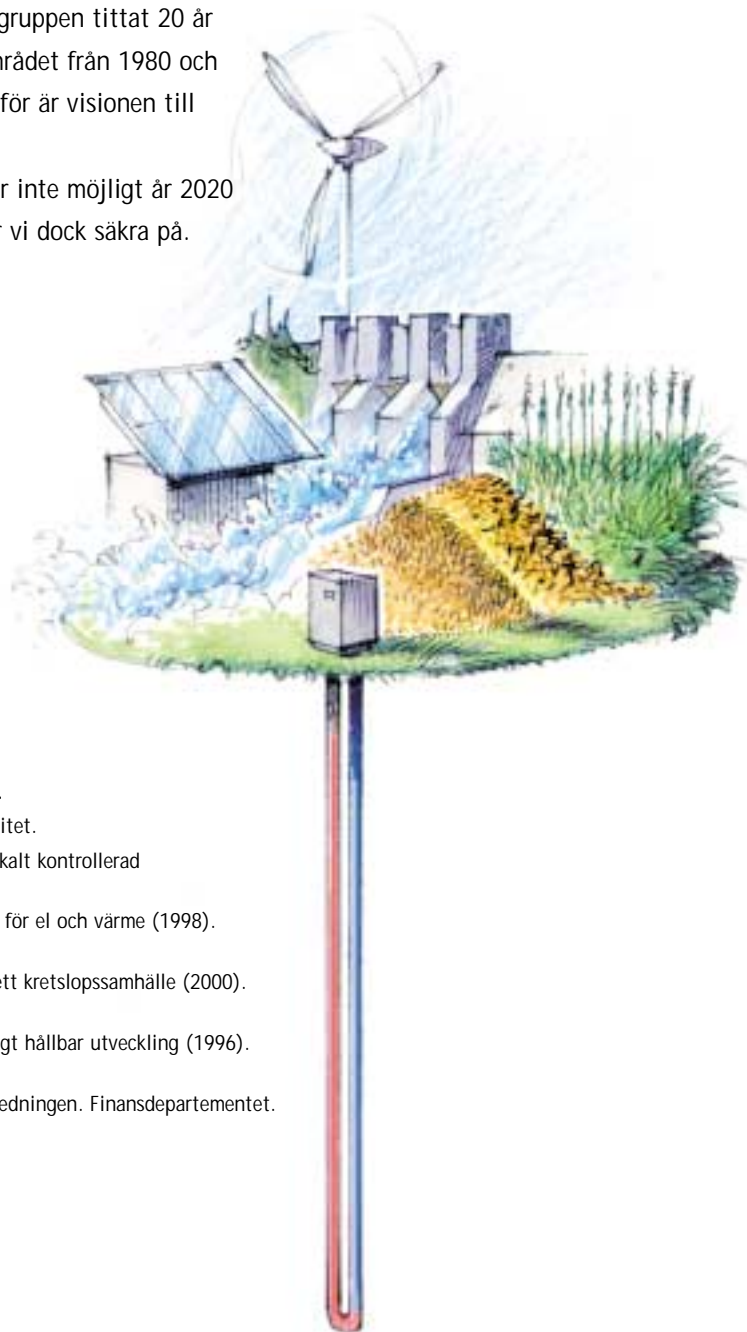
Samtidigt ser vi positivt på städernas och tätorternas möjligheter att effektivisera energianvändningen, minska transportbehoven och förbättra såväl den inre som yttre miljön. Fjärrvärmeteknikens utveckling är ett bra bevis för hur storskaliga lösningar kan användas för att förbättra luftkvaliteten och effektivisera energianvändningen.

Den här visionen är ingen "sanning". Vi som arbetat med visionen inser att det kanske finns andra som kan formulera en mer trovärdig bild av den framtida energianvändningen i Norrbotten.

Vi erkänner att vi varit lite konservativa i vår bedömning av den framtida energitekniken. Historien har dock lärt oss att det tar lång tid för ny teknik och nya systemlösningar att slå igenom. När vi inom gruppen tittat 20 år bakåt har vi upptäckt att utvecklingen inom energiområdet från 1980 och fram till i dag inte varit särskilt revolutionerande. Därför är visionen till hundra procent uppbyggd på i dag känd teknik.

Visionen ska läsas kritiskt. Vad som är möjligt eller inte möjligt år 2020 kan ingen med säkerhet uttala sig om i dag. En sak är vi dock säkra på. Det vi gör i dag har betydelse för framtiden.

Mycket nöje
Visionsgruppen



Följande publikationer har använts som inspirationskällor.

Agenda 21-guiden för lokal utveckling (1999). Glesbygdens universitet.

Bygdebälans - En analys av Kallbygdens resurshushållning för en lokalt kontrollerad grön tillväxt (2000). LRF Kallbygden.

Hållbar energiframtid? - Långsiktiga miljömål med systemlösningar för el och värme (1998). Slutrapport från SAME-projektet. Naturvårdsverkets förlag.

Livskraft i Siknäs - Rapport från projektkursen SBR004. Att bygga ett kretsloppssamhälle (2000). Luleå tekniska universitet.

Med periferin i centrum - om landsbygden som motor i en långsiktigt hållbar utveckling (1996). Glesbygdsverket.

Miljö och ekonomi - scenarier fram till år 2015 (1999). Långtidsutredningen. Finansdepartementet.

Tätort 2020

Utgångsläget år 2000:

Inlandskommun

15 000 invånare (totalt cirka 25 000 i hela kommunen)

Väl utbyggd fjärrvärme i de centrala delarna.

Olja och el används ofta för uppvärmning (inom såväl individuell uppvärmning som fjärrvärme).

Småskalig vedeldning med fel teknik orsakar luftproblem lokalt.

Direktelvärm är vanligt i vissa bostadsområden, samt inom industrin.

Enstaka värmepumpsanläggningar (geovärme) förekommer.

Någon mindre solvärmeanläggning har installerats.

Ingen vindkraft utnyttjas.

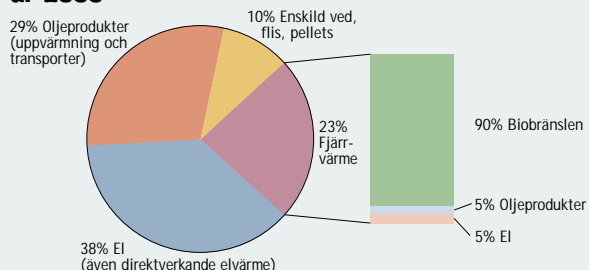
Svagt utbyggd kollektivtrafik. Bussarna drivs med diesel.

Tunga transporter sker övervägande med dieseldrivna lastbilar.

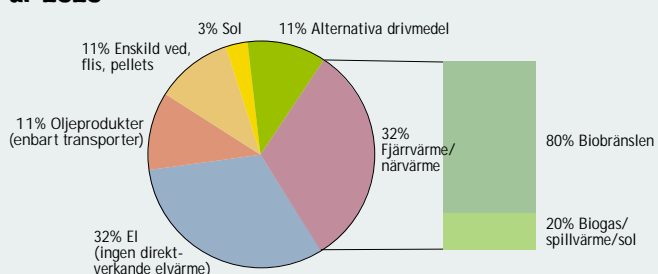
Personbilarna drivs med bensin eller diesel.

Tätortens energianvändning:

år 2000



år 2020



Källa: Andreas Gällerspång, Norrbottens energikontor.

Solen står redan högt på himlen. Det svaga ljudet från en eldriven moped dröjer sig kvar några ögonblick. Passagerarna huttrar lite efter att ha tvingats lämna den sovande kupévärmen. Den gamla järnvägen, som var nedlagd under en period i slutet av 1900-talet, har rustats upp och fått en delvis ny sträckning.

Såväl godstrafiken som persontransporterna fungerar utan onödiga väntetider. Där flyg och båt tar slut tar järnvägen vid. Pendeltåg har införts för att klara de dagliga persontransporterna på den mest trafiktäta pendelsträckan. På järnvägsstationen ansluter sedan lastbilar och bussar. Tåg och bussar avsedda för persontrafik har försetts med speciella vagnar/utrymmen som gör det möjligt för resenären att ta med sig en cykel, spark eller liknande utan extra kostnad. Samordningen mellan olika transportslag sköts via en modern samlastningscentral, som bland annat ser till att tung godstrafik aldrig behöver köra genom centrum. De tunga landsvägstransporterna sköts till övervägande del med bränsleflexibla fordon som kan köras på blandningar mellan diesel/bensin och alternativa bränslen som etanol och RME (rapsmetylester). Det finns inga flerfiliga vägar i eller nära centrum, vilket arkitekter och stadsplanerare utnyttjat för att förstärka småstadskaraktären.

Två äldre herrar står och samtalar på en kullerstensbelagd gatstump. De skrattar gott åt ett skämt som en av dem snappat upp i bowlinghallen. Det är april och snöhögarna för en förtvivlad kamp för sin överlevnad. En grönmålad buss står och väntar på att få köra tågresenärerna in mot centrum. Det hörs inget motorljud från bussen. Det ryker inte från något avgasrör. Bussen är av hybridtyp, vilket innebär att den har två motorer

– en elmotor för stadskörning och en etanoldriven förbränningsmotor för långkörningar.

Väl framme i centrum finns det cyklar (samt vintertid även sparkar) för utlåning av lokala entreprenörer. Stads ljudet domineras av människornas sorl och småfåglarnas vårystra kvitter. Biltrafik är inte tillåten i de mest centrala delarna, annat än för nödvändiga transporter av gamla, sjuka, handikappade och för viss handel. Kommunen har infört vägavgifter i tätorten som gynnar miljövänliga fordon som exempelvis elbilar och missgynnar bullriga och gamla bensin- eller dieseldrivna bilar.

På en direkt fråga om var bilarna tagit vägen lyder svaret:

”De som vill ta bilen in till stan får faktiskt finna sig i att parkera den i något av de parkeringshus som finns strax utanför centrum.”

Det stora köpcentrumet som tidigare låg en halv mil utanför centrum har flyttat in i ett av dessa parkeringshus, vilka numera ofta fungerar som inköpscentraler för tunga och otympliga varor.

”Det är perfekt. Man kan köra den egna bilen ända fram till lastbryggan och behöver inte slita ut sig i onödan. Har man ingen egen bil kan man få varorna hemkörda till dörren samma dag.”

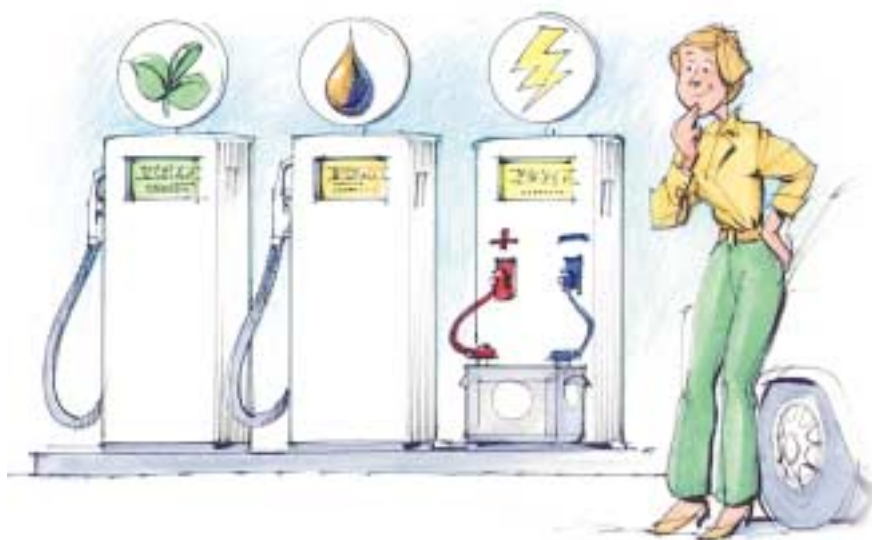
Kommuninvånarna gläds åt att stadskärnan återtagit sin roll som kommunens självklara köpcentrum. År av medveten kommunal planering har skapat ett energieffektivt transportsystem där cyklistens och gångtrafikantens behov sätts i första rummet. Behovet av att ha tillgång till egen bil håller på att minska och det har skapats en marknad för bilpooler.

”När man behöver en bil hyr man den av bilpoolen. Man slipper allt tjafs med bilförsäkringar, reparationer och besiktningar. Har man ont om pengar kan man hyra en äldre och mindre bil. Vill man åka flott kostar det mer.”

Tankstationerna tillhandahåller flera olika bränslealternativ samt laddning av batterier till elmotorer. På en liten scen utanför en större tankstation visar kommunen upp en bränslecellsdriven minibuss som köpts in för att prövas under några år.

En kvinna berättar att hon åkt in till centrum för att titta på en teaterföreställning med några vänner.

”Jag har åkt in lite i förväg för att hinna besöka några små specialbutiker, bland annat en jätteliten och gullig affär



som säljer egna kryddblandningar som det inte går att få tag på någon annanstans.”

Kvinnan är egenföretagare, med säte i den stadsdel där hon bor.

”Den nya tekniken har revolutionerat arbetsmarknaden. Allt fler väljer att jobba i eller i närheten av hemmet, vilket gett nytt liv åt vår stadsdel. Små servicebutiker dyker upp lite överallt och det är alltid liv och rörelse på dagarna.”

Plötsligt skramlar det till i ett gathörn. En liten pojke har cyklat omkull och slagit sig i knäet. Med cykelhjälm på sned och en sårad min i ansiktet ställer han sig upp för att bli tröstad av sin pappa. De är på väg hemåt efter att ha tillbringat dagen på dagis respektive jobbet. Senare i kväll ska pappan följa med pojken på hans livs första fotbollsträning.

”Både pojken och hans äldre syster är medlemmar i den lokala idrottsföreningen som ordnar så att barnen kan träna flera olika saker i sin egen stadsdel. Det är mer effektivt att flytta runt tränarna än att alla barnen ska färdas hit och dit med bil på kvällar och helger”, säger pappan.

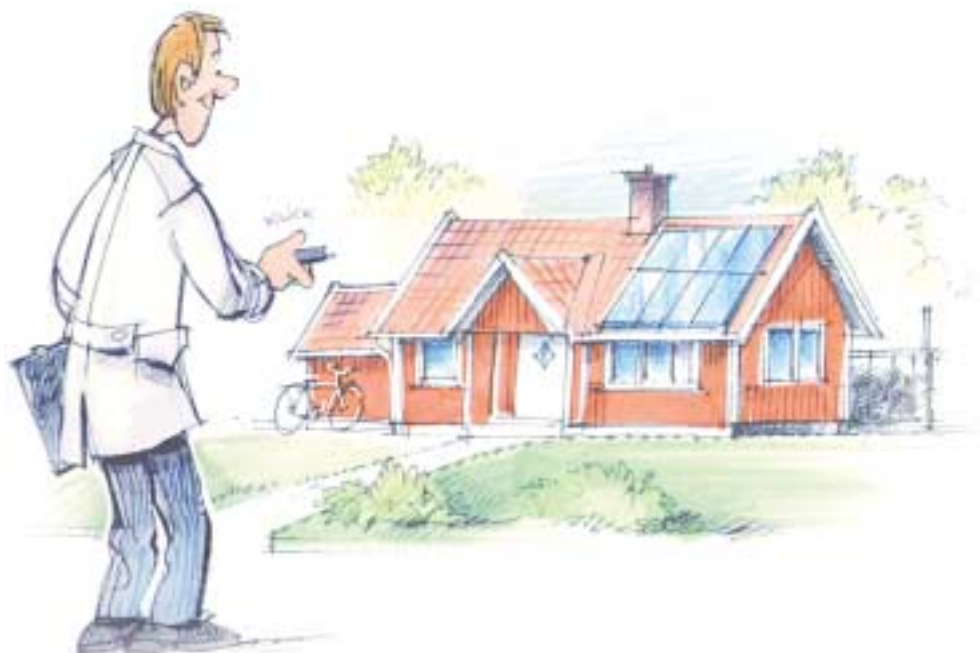
Pappan visar gärna upp familjens hem, som ligger i den södra delen av stadskärnan.

”Det är inga problem att ha barn i centrum numera eftersom här knappast kör några bilar.”

Så fort sonen hunnit innanför lägenhetsdörren tänds hallbelysningen. All belysning styrs av sensorer som känner av när någon arbetar eller rör sig i ett rum.

”Vi behöver aldrig vara rädda för att glömma påslagna spisplattor och strykjärn när vi lämnar lägenheten eftersom dessa automatiskt bli strömlösa när vi låser dörren utifrån.”

Fastighetsägaren sköter en stor del av driften och kommunikationen med hyresgästerna med hjälp av ny teknik och IT. Bostäderna är energisnåla och de boende informeras kontinuerligt om hur deras beteende påverkar energiförbrukningen. De vitvaror som används för tillagning och förvaring av livsmedel är försedda med funktioner som hjälper



familjen att minimera sina energikostnader. Tvättmaskinen, diskmaskinen och de övriga vitvarorna kan enkelt programmeras för att bara slå på när elpriset är lågt i förhållande till den normala nivån.

Pojken tar av sig skorna och strumporna innan han barfota springer iväg till sitt rum. Det är varmt och gott om fötterna eftersom lägenheten är försedd med vattenburen golvvärme med individuell reglering för varje enskilt rum. När familjen åker bort sänks innetemperaturen som sedan kan fås att stiga till rätt temperatur precis lagom till familjens återkomst.

Den del av lägenheten som vetter mot söder har försetts med stora fönster som ger maximalt utbyte av passiv solinstrålning under den kalla delen av året. Värmen som kommer lägenheten till godo via fönstren vintertid tas effektivt till vara via det interna styr- och regleringssystemet.

Pappan berättar:

”Alla som bor i eller nära centrum har fjärrvärme. Min syster som bor en bit utanför centrum har dock en egen panna som hon eldar med träpellets från en fabrik i grannkommunen. Under sommarhalvåret låter hon solen stå för uppvärmningen av tappvarmvatten och en del av den övriga värmen via en solfångare som hon placerat på gården.”

Faktum är att all uppvärmning samt en stor del av kylbehovet i de centrala delarna, liksom även torkning av tvätt och liknande, tillgodoses via det lokala energibolagets nät för fjärrvärme och

fjärrkyla. Som bränsle för fjärrvärmens används i första hand oförädlade, våta bränslen (exempelvis spån, bark och flis från rått material). Under höglastperioderna vintertid används även förädlade fasta bränslen som pellets och briketter, vilka eldas med pulverbrännare. Fjärrkylsbehovet tillgodoses med hjälp av ett gemensamt snölager.

I en broschyr från det lokala energibolaget beskrivs förbränningen vid fjärrvärmeverket. Pannan som används för förbränning av oförädlade bio-bränslen bygger på en teknik med förgasning i så kallad gaskombi (en effektiv form av kraftvärme). Utöver själva fjärrvärmens ger det en elproduktion motsvarande cirka 40-50 procent av pannans totala energiproduktion.

Fjärrvärmensnätet tar även emot biogas från reningsverket och kommunens aktiva och nedlagda avfallsanläggningar. Biogasen förbränns i mindre satellitanläggningar anslutna till fjärrvärmensnätet.

Energibolaget har skaffat sig en tydlig miljöprofil genom att erbjuda sina



el- och värmekunder en viss mängd vindkraftsel från en närliggande vindkraftstation, samt solvärme som komplement till bibränslen. Det senare främst under låglastperiod. Dessutom tillhandahåller energibolaget aska som renats från tungmetaller för skogsgödsling.

Kommunen samarbetar med sina närmaste grannar för att öka effektiviteten i värmeförsörjningen, vilket bland annat inneburit att de olika kulvertnäten för fjärrvärme sammanlänkats med varandra. Åtgärden har bland annat resulterat i ett ökat utnyttjande av industriell spillvärme.

Kunder med lågtemperatursystem (exempelvis via golvvärme) erbjuds köp och inkoppling på fjärrvärmenätets returledning till lägre tariff – en åtgärd som leder till ökad energieffektivitet i fjärrvärmenätet. En nyhet är att även kunder med egna värmepumpar eller värmepannor har möjlighet att komplettera med returvärme om så önskas, exempelvis vid hög- och låglast.

Pappan berättar att systemens granne valt att värma sitt hus med bergvärme.

”Han behöver visserligen el för att driva värmepumpen. Men dagens värmepumpar ger ju mer än fyra gånger mer energi i form av värme än vad de förbrukar i form av el.”

Det är middagsdags. Mamman kommer hem med två stora matkassar i händerna.

”Jag fick tag i två burkar av den där goda peston som tillverkas utanför stan. Basilikan kommer från paret Jonssons växthus. Visst fixar du i ordning maten som vanligt, älskling?”

Matlagningen baseras till stor del på lokalt producerade livsmedel. Basråvaror som potatis, sylt, saft och liknande förvaras i 2020-talets matkällare, en energieffektiv förvaringslösning som kan nås via en lucka i köksgolvet.

”Nu när transportererna ska bära sina egna miljökostnader har det blivit dyrt att köpa frukt och grönsaker från avlägsna länder.”

Eftersom det är fredag dricks det öl från det lokala bryggeriet till maten. Av de vuxna alltså. Barnen dricker must från samma bryggeri.

”Ölet bryggs i flera olika smaker och styrkor, allt efter kundernas önskemål. När det är premiärdags för en ny ölsort brukar bryggeriet anordna ett releaseparty. Då går alla ölälskare man ur huse. Utom jag förstås”, förklarar pappan och blinkar med ena ögat åt hustrun till.

”Just det. Någon måste ju vara hemma med barnen också”, säger mamman och höjer sitt glas till en skål.



By 2020

Utgångsläget år 2000:

Skogsby

500 invånare

Avståndet till centralorten är fem mil.

Hushållen värms med olja, ved eller el.

Fritidshusen värms med direktel.

Skola, dagis och fritids, liksom äldreboende och församlingsgård, värms med olja.

En mindre oljeeldad panncentral är i drift.

En värmepumpänläggning (bergvärme) har installerats.

En mindre solvärmeanläggning är i drift.

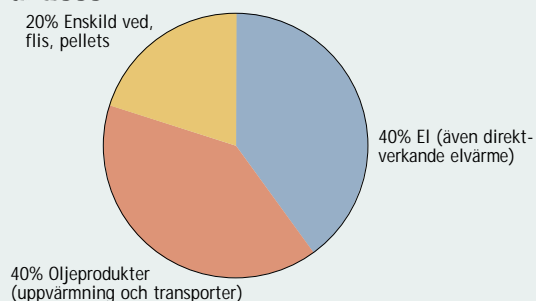
Minimal kollektivtrafik.

Ofta två bilar och två skotrar per hushåll.

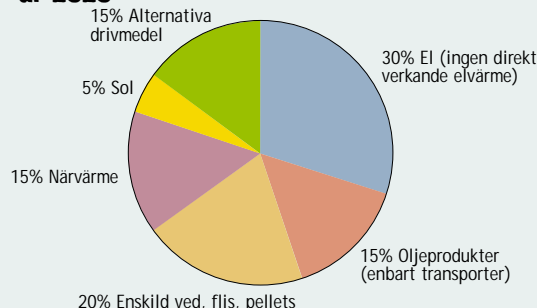
Alla fordon drivs av bensin eller diesel.

Byns energianvändning

år 2000



år 2020



Källa: Andreas Gällerspång, Norrbottens energikontor.

Det plingar till i dörrklockan när den bastanta ytterdörren av senvuxen fura slås upp på vid gavel. In kliver en man och en kvinna i den övre medelåldern. Klädseln vittnar om att de anlant med snöskoter. En svag doft av nybrunnen tjärved fyller den lilla cafeterian i byns kombinerade tankstation och allservicecentral.

”Vi tänkte bara titta in och se om tygerna vi beställde i går morse kommit. I så fall kan vi ta dem med oss i skoterkälken nu på en gång så slipper ni svänga in till oss på eftermiddagsturen”, säger kvinnan till en yngre man som är sysselsatt med att byta filter i en kaffebryggare.

Den yngre mannen och hans fästmo driver stationen tillsammans med ett annat par. Samtliga är välutbildade, bland annat via universitetsstudier i informationsteknologi och företagsekonomi. Förutom drivmedelsförsäljningen, som innefattar en rad olika bränslealternativ (där diesel och bensin bara utgör en del av utbudet), och cafeterian driver de ett litet turistföretag med ett brett utbud av sommar- och vinteraktiviteter. Tillsammans med andra turistentreprenörer i trakten syr de ihop specialdesignade upplevelsepaket utifrån varje kunds enskilda önskemål och betalningsförmåga. De har bland annat tagit hjälp av byaföreningen för att rusta upp byns nedlagda sågverk, vilket numera lockar turister från hela världen. Det har visat sig att turisterna är beredda att betala en bra slant för att få gå ut och fälla ett eget träd som de sedan kapar till, bearbetar och förädlar under sakkunnig ledning inne i sågverket.

Allservicecentralen har en viktig service- och stödfunktion samtidigt som den fungerar som omlastningsstation och knutpunkt i det regionala transportnätet. Hit kan bybor och andra komma, e-posta eller ringa för att få

hjälp med att utföra besvärliga ärenden, samt att hitta bra kommunikationsvägar till medicinsk expertis, specialbutiker och liknande som av olika anledningar inte kan klaras av från den egna hemdatorn.

”Här utannonseras alla happeningar. Här börjar resten av världen.”, säger den yngre mannen medan han serverar sina nyanlända kunder.

Han berättar att tanken med verksamheten, som till viss del är skattefinansierad, är att alla människor i Sverige ska vara garanterade en viss bas-service inom rimligt avstånd från hemmet. Dessutom finns det en nationell strävan att effektivisera samtliga person- och godstransporter.

I stället för att var och en själv ska ta bilen så fort de behöver handla något som inte kan tillhandahållas på hemorten har det utvecklats ett finmaskigt regionalt transportnät med ett brett utbud av olika typer av leveranser. Transportnätet, som delvis bekostas av handlarna inom regionen tillsammans med banker, försäkringsbolag, kommuner, landsting, stat med flera som har ett intresse av att kunna leverera varor och tjänster till glesbygdens människor, har utformats i syfte att minimera transportarbetet.

”Den som gör en beställning via allservicecentralen ska i normalfallet kunna hämta ut sin vara, alternativt få den hemkörd direkt till dörren, redan nästa dag.”

Det hörs ett harklande från ett av de närbelägna borden.

”Ja, jag vet att du inte fick din korvring vid gårdagens körning Oskar. Men det berodde ju på att du inte var hemma när vi kom förbi och jag var rädd för att din folkilskna jucke skulle äta upp korven om vi lämnade den på bron.”

När det skoteråkande paret fått i sig kaffe med hembakat dopp och mottagit sitt tygpaket skyndar de vidare. Det hörs ett svagt surrande från deras tystgående och bränsleeffektiva snöskotrar innan de försvinner ut på den närbelägna sjön.

”Man ser inte ens röken av dem numera, sedan de nya förbränningsmotorerna kom”, säger mannen med korvringen, som just klivit ut på bron, till en kvinna som suttit och läst dagens upplaga av Le Monde, utskriven i rätt format på cafeterians skrivare.

”De som stack iväg med skotrarna är delägare i byns närvärmeverk”, berättar kvinnan sedan mannen åkt iväg på sin elmoppe.

Det visar sig att kvinnan, som är i 35-årsåldern, är ordförande i byaföreningen.

”I kväll är bygdegården bokad för universitetsstudier. Då är storbilds-



skärmarna inbokade för seminarier. I morgon är det premiärvisning på den nya svenska filmen 'I ljuset av sanningen'. Och på lördag kör vi vinprovarkväll i samarbete med Stora hotellet."

Närvärmeverket ägs av sex privata skogsägare, vilka säljer värme till ett 30-tal hushåll i byns centrala delar, byskolan, sjukhemmet, bygdegården, den kombinerade tankstationen och allservicecentralen samt kyrkan. Träflis utgör huvudbränsle. Men panncentralen kan även användas för förbränning av energigräs, papper, skogsavfall, pellets och liknande.

Eftersom kommunen eftersträvar enkla energilösningar för färdig värme har man ställt upp och betalat kostnaderna för dragning av kulvertnät från panncentralen till de offentliga byggnaderna i byns centrum. Sedan köper kommunen färdig värme från det lokala energibolaget. Övriga intressenter kan relativt enkelt ansluta sig till det befintliga närvärmenätet.

"En del av byns elbehov tillgodoses med hjälp av två kooperativt ägda vindkraftverk som monterades upp efter att det gjorts vindkarteringar och vindmätningar i byn. De står på berget där borta", berättar kvinnan.

Vindkraftverken är på 600 kW vardera och producerar cirka 1 GWh per verk och år, vilket räcker för att täcka en stor del av byns behov av hushållsel.

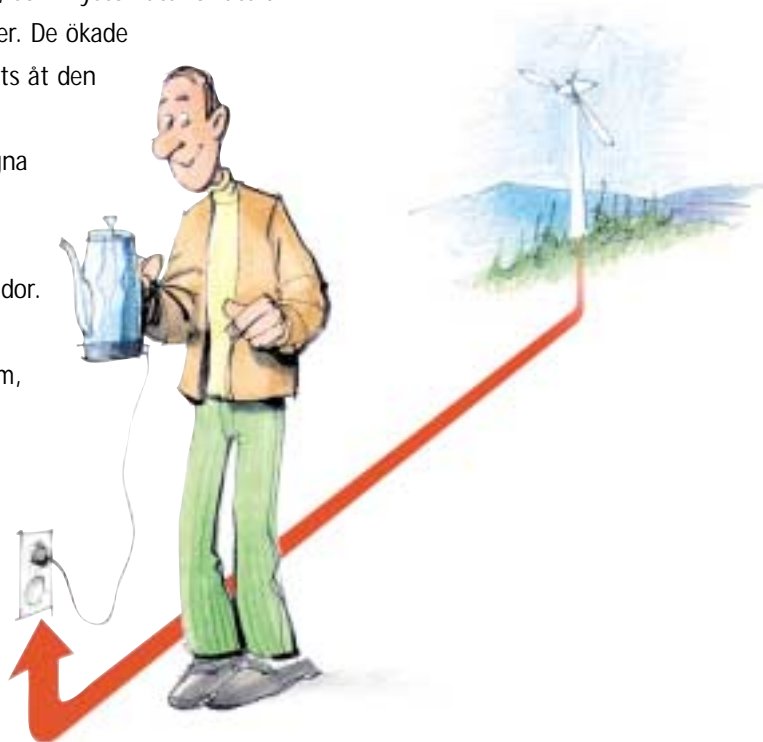
Byaföreningens ordförande visar stolt upp det levande jordbrukslandskapet runt byn.

"De tidigare nedlagda jordbruksmarkerna används bland annat för odling av energigrödor. Slammet från byns reningsverk, som frystorkats för att bli hanterbart, används för gödsling av dessa marker. De ökade transportkostnaderna har dessutom gett ny skjuts åt den övriga odlingsverksamheten i byn."

"Många bybor väljer numera att odla sina egna grönsaker och rotfrukter."

Byns aktiva jordbrukare och deras maskiner anlitas för odling och framtagande av energigrödor. Renad aska och slagg från byns panncentral används, på samma sätt som reningsverkets slam, för återföring av näringsämnen till skogsmarker och energiodlingar.

Såväl det organiska avfallet som det brännbara avfallet (dock inte plast) sorteras ut och nyttiggörs i byn, vilket minimerat byns beroende av kommunal sophantering. Gamla möbler och liknande hanteras av byns återvinningscentral, som bland annat har



försäljning av upprustade och återvunna prylar.

Driften av närvärmeverket kombineras med driften av byns avloppsreningsverk och avfallssortering. Tillsammans sysselsätter dessa verksamheter 4-5 årsarbeten. Till detta ska läggas de årligen återkommande skogsarbetena inom röjning och gallring, samt arbetsinsatser inom exempelvis askåterföring. Samtliga åtgärder har fått ett uppsving tack vare det ökade intresset för biobränslen.

”De som bor utanför byns centrala delar värmer sina hus med ved eller pellets i effektiva pannor.

Söder om byn finns några villor som värms med bergvärmepumpar. Nere vid sjön finns en turistanläggning som



värms med sjövärmepump”, säger kvinnan innan hon vänder sig om och pekar upp mot en sydsluttning.

Solljuset reflekteras i det inglasade växthuset vars nordsida är inbyggd i berget.

”Växthuset är byggt för att kunna dra optimal nytta av det lägre solljuset på dessa breddgrader. Berget isolerar mot värmeförluster. Och det går att få ut billig energi för ventilation och uppvärmning via geovärme, vilket bland annat kan användas för att förlänga växtsäsongen.”

Med viss stolthet konstaterar hon att många av byns fastighetsägare utnyttjar solvärme som komplement till de övriga värmesystemen.

”Såväl inom närvärmenätet som bland flera av byns vedeldare används solfångare för att täcka behovet av bland annat tappvarmvatten under sommarhalvåret.”

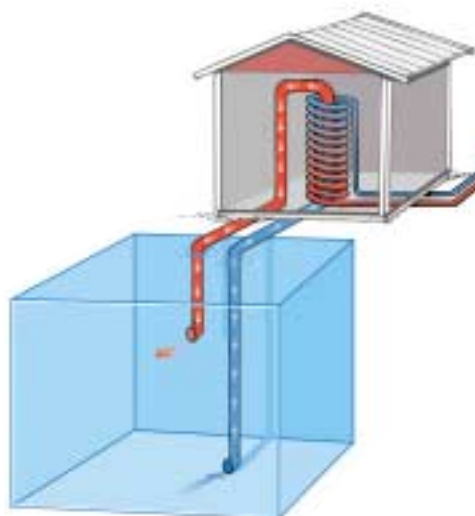
Ett antal av byns fritids- och sommarhus ligger utanför det lokala kraftnätet. I dessa används solceller för elproduktion.

En minibuss full med barn bromsar in på vägen.

”Jaha, nu har det varit innebandyträning inför helgens drabbning med skolan i grannbyn”

Byaföreningens ordförande berättar att det bedrivs ett målmedvetet arbete i syfte att undvika onödiga transporter i samband med träningar och matcher inom barn- och ungdomsidrotten.

”Så nu är det mesta förlagt i direkt anslutning till skoldagen, så att barn och ungdomar kan använda sig av de ordinarie skolbussarna för att ta sig hem efteråt. När det inte räcker anordnas speciella bussturer. Denna verksamhet drivs av idrottsföreningarna i samarbete med barnens föräldrar.”



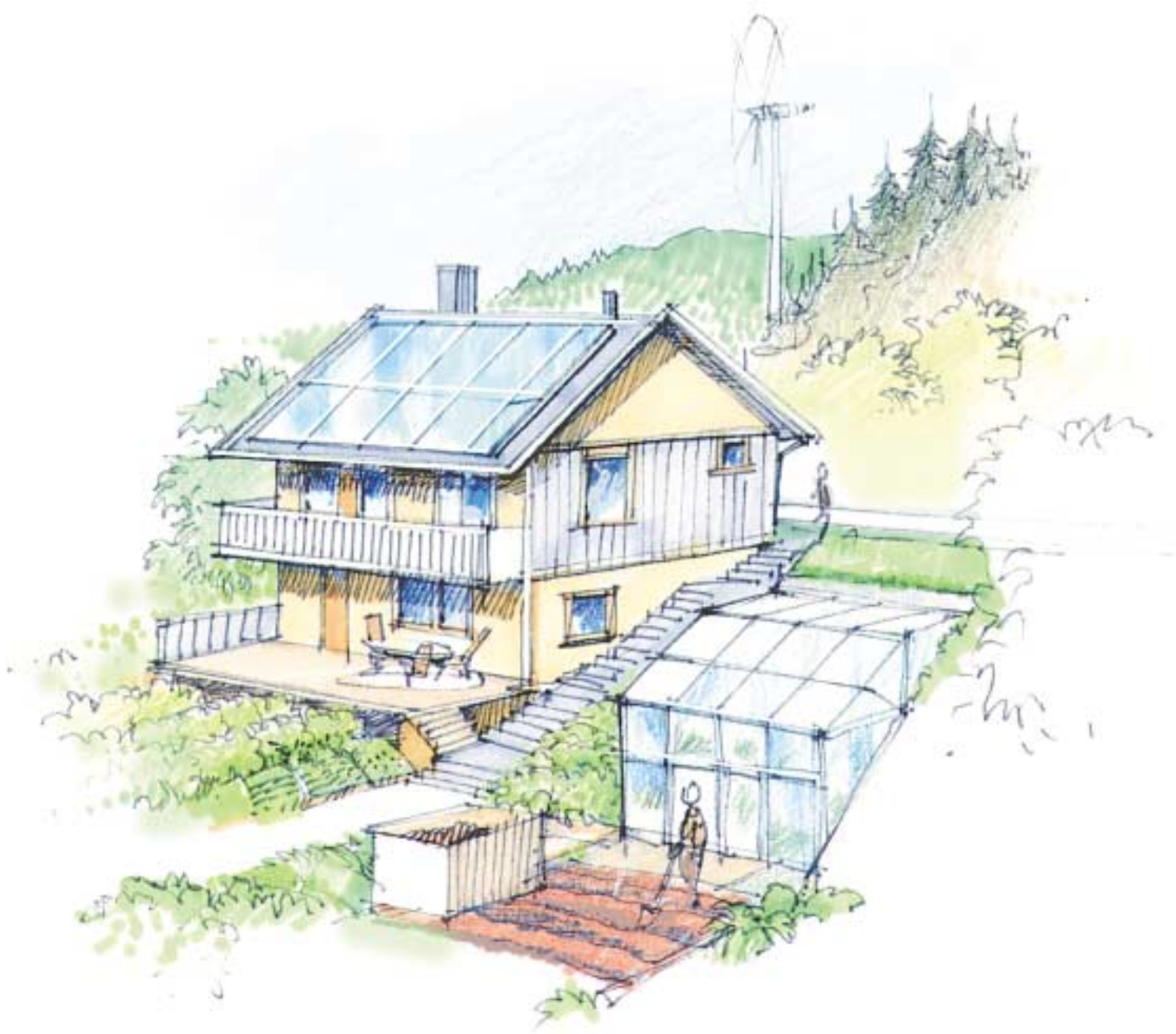
När minibussen stannat hoppar en rödhårig liten flicka med fräknar på kinderna vigt ut på gatan. Med innebandyklubban i högsta hugg rusar hon fram till kvinnan och skriker:

”Mamma, nu får du faktiskt lov att köpa mig en ny klubba. Den här är oduglig. Och träningskorna jag fått av syrran går ju inte att springa med.”

Kvinnan böjer sig ner och tittar flickan i ögonen.

”Blev det inga mål i dag heller?”

”Näe”, säger flickan med dämpad röst, och kryper in i mammas famn.





LÄNSSTYRELSEN
I NORRBOTTENS LÄN

971 86 Luleå • Besöksadress Stationsgatan 5
Tel 0920 - 960 00 • Fax 0920 - 22 84 11
www.bd.lst.se



NENET

NORRBOTTEN ENERGY NETWORK

Kungsgatan 32, 961 34 Boden
Tel 0921 - 620 00, 629 69
www.boden.se/energikontoret